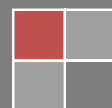
Zamin Azmoon Group

زمین‌شناسی اقتصادی

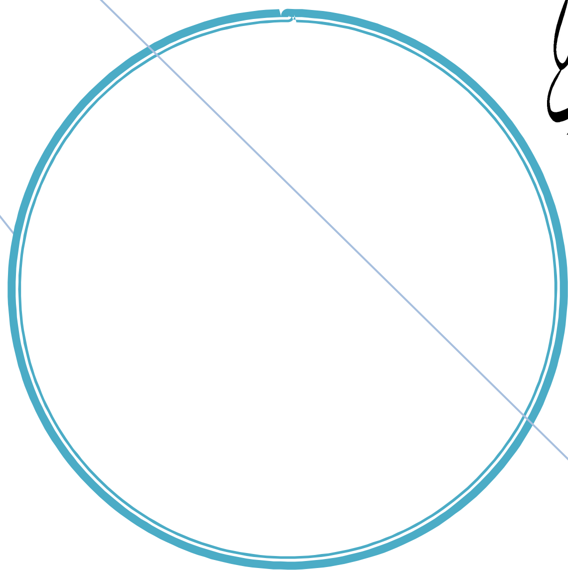
آمادگی آزمون کارشناس‌ارشد و دکتری زمین‌شناسی

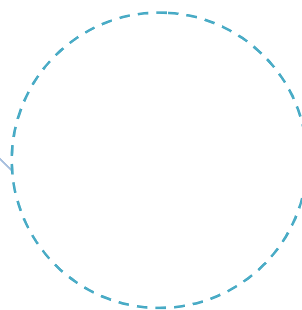
گروه آموزشی و پژوهشی زمین آزمون

Dr. Ramin Samadi
www.zaminazmoon.com



بسم الله الرحمن الرحیم







ZaminAzmoon Group

جزوات وقف عام گروه زمین آزمون

غیر قابل فروش



زمین‌شناسی اقتصادی

جزوات آمادگی آزمون کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی

تألیف: گروه زمین آزمون

بسمه تعالی

پیامبر خدا (صلی الله علیه و آله و سلّم) فرمودند:

هرگاه مؤمن یک برگه که روی آن علمی نوشته شده باشد از خود برجای گذارد، روز قیامت آن برگه پرده میان او و آتش می شود و خداوند تبارک و تعالی به ازای هر حرفی که روی آن نوشته شده، شهری هفت برابر پهناورتر از دنیا به او می دهد.

سلام علیکم؛

ایزد دانا را سپاس می گوییم که ما را یاری بخشید تا بتوانیم در زمینه تحقق آرمان های علمی و میهنی خویش، گامی دیگر برداریم. «زمین آزمون» با هدف ایجاد بانک اطلاعاتی جزوات آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری زمین شناسی و نیز کمک به دانشجویان و محققین این رشته در سال ۱۳۸۶ آغاز به فعالیت نمود. در این راه استادان و دانشجویان و پژوهشگران محترمی با همفکری خود به ما یاری رسانده اند که اگر این همفکری و کمک ها نبود شاید این مهم ناتمام می ماند.

اکنون به پاس ۱۰ سال تلاش صادقانه گروه آموزشی و پژوهشی زمین آزمون، هزاران امید و تلاش به ثمر نشسته است و فرهیختگان بسیاری همراه ما با موفقیت در دوره های کارشناسی ارشد و دکتری زمین شناسی تحصیل نموده اند. برای پاسداشت علم و ترویج علم مقدس زمین شناسی، گروه زمین آزمون کلیه جزوات آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری زمین شناسی خود را به صورت وقف عام به همه فرهیختگان جامعه علمی زمین شناسی ایران تقدیم می نماید. شایسته است از زحمات آقای مهندس مجتبی رجبی، خانم دکتر نرگس شیردشت زاده، خانم مهندس بیترا محمودزاده، آقای مهندس رسول صادقی و دیگر بزرگواران تقدیر گردد. بی گمان این مجموعه از کاستی ها و نواقص احتمالی مبری نیست ولی می تواند مسیری روشن را پیرامون داوطلبان محترم و پژوهشگران گرامی بگشاید. پیروزی و موفقیت شما را در تمامی آزمون های زندگی آرزومندیم.

مدیر گروه مؤلفین زمین آزمون

دکتر رامین صمدی

زمین‌شناسی اقتصادی

رده‌بندی مواد معدنی و کانسارها:

مواد معدنی را به حالت‌های مختلف به مصرف می‌رسانند که مهمترین آنها عبارتند از:

الف) به صورت عنصر

ب) کانی

ج) بلورها

د) سنگ

الف) عناصر:

۱- عناصر فلزی ...، Fe, Ti, Cr, Mn

۲- عناصر سبک Al, Li, Be, Mg

۳- عناصر بنیادی Cu, Ni, Sb, Pb, Zn

۴- عناصر جزئی W, Mo, Sn, Co, Mg, Bi, Zr, Cs

۵- عناصر گرانبها Au, Ag, Pt, Ds, Ir

۶- عناصر رادیواکتیو U, Ra, Th

۷- عناصر کمیاب ...، La, Ce, Pr, Nd, Sn, Eu, Gd

ب) کانی‌ها:

عقیق، فیروزه، گرافیت

۱- دیر گدازها: گرافیت - کرومیت - منیزیت - بوکسیت

۲- عایق حرارتی: آزبست - ورمیکولیت

۳- کمک ذوب‌ها: فلوریت - آلبیت - بوراکس - کربنات سدیم

۴- کودهای شیمیایی: آپاتیت - نیترات‌ها - نمک‌های سدیم و پتاسیم - گلاکونیت

۵- پرکننده‌ها: کائولین - تالک - میکاها - باریت - فلدسپات‌ها

۶- سرامیک: کائولین - کانی‌های رسی - فلدسپات سدیک

۷- تصفیه، بیرنگ کننده‌ها و جذب کننده‌ها: مونتموریونیت - زئولیت – کائولین

۸- مصارف شیمیایی: نمک‌ها - گوگرد - پیریت - آرسنوپیریت - زرنیخ‌ها

۹- مواد رنگی: گوتیت - لیمونیت - هماتیت - مگنیتیت – گرافیت

۱۰- کانی‌های قیمتی: فیروزه - عقیق - ژادیت (پشم) اُوپال

ج) بلورها:

الماس، ژیپس، کلسیت، کوارتز

۱- ساب و پولیش: الماس - کروندم - توپاز - گارنت - کوارتز – فلدسپات

۲- دی الکتریک: موسکویت - فلوگوپیت

۳- پیزو کریستال‌ها: کوارتز - تورمالین - زنسیت – تلوریت

۴-ساخت عدسی و قطعات نوری: فلوریت شفاف -کوارتز شفاف- کلسیت شفاف -ژیپس شفاف

۵- بلورهای زینتی و قیمتی: الماس - زمرد (بریل) - لعل (اسپینل) - یاقوت (کرندوم) - توپاز

رده بندی کانسارها:

رده بندی لیندگرن:

در این دره بندی کانسارها با روشی قابل قبول تقسیم بندی شده است. در این تقسیم بندی کانسارها به «کانسارهای حاصل از تمرکز مکانیکی و کانسارهای حاصل از تمرکز شیمیایی» تقسیم بندی شده اند. این تقسیم بندی بیشتر در آمریکای شمالی و جنوبی است و یکی از پیشرفته ترین تقسیم بندی های منشئ است. یکی از اشکالات این رده بندی این است که کانسارهای رسوبی در نظر نگرفته شده است (جدول ۱).

رده بندی نیگلی:

در این تقسیم بندی کانسارها به دو گروه پلوتونیکی و ولکانیکی تقسیم بندی کرده اند. این تقسیم بندی در اروپا مورد استفاده قرار می گیرد (جدول ۲).

رده بندی اشنایدروهون:

این رده بندی منشئ است و بر اساس ماهیت سیال کانه ساز، همراهی کانیها و نحوه ته نشینی ماده معدنی بیان شده است. این رده بندی نیز بیشتر در اروپا کاربرد دارد.

رده بندی روتیه:

در این رده بندی سه عامل ۱- منبع مواد معدنی، ۲- انتقال مواد معدنی، ۳- محیط ته نشینی در تقسیم بندی مواد معدنی در نظر گرفته شده است.

رده بندی ادواردز و اتیکنسون:

این رده بندی بر اساس منشاء و محیط تکتونیکی است.

کانسار:

به بخشی از پوسته زمین که تحت شرایط خاص زمین شناسی ماده معدنی معینی در آن متمرکز شده که از نظر اقتصادی ارزش داشته باشد.

*با پیشرفت تکنولوژی، استخراج و کانه آرایی آستانه اقتصادی برای ماده معدنی تغییر می کند.

*آستانه اقتصادی برای هر عنصر همیشه بیشتر از متوسط مقدار آن در پوسته زمین یا کلارک آن عنصر است.

چگونگی تشکیل کانسارها:

۴ موضوع مهم در تشکیل هر کانسار:

۱) منبع و مشخصه سیالات کانی دار

۲) منبع مواد سازنده کا نی ها و چگونگی ورود آنها به سیال

۳) چگونگی مهاجرت سیالات کانی دار

۴) نحوه جدا شدن ماده معدنی از سیال کانی دار و چگونگی نهشت آن منبع و مشخصه سیالات کانی دار

* آب عامل اصلی نگهدارنده و حمل کننده در ماگما که بین ۱ تا ۸ درصد ترکیب ماگما را تشکیل می‌دهد.

* هر چه آب به عمق بیشتر نفوذ می کند درجه حرارت و PH آن بالا می رود و قابلیت انحلال آن بالا می رود و از عناصری نظیر B و F غنی می شود.

* آبهای فسیل در نوع تیپ می سی سی پی فراوانند و غنی از Na و K و Cl می باشند

* آبهای دگرگونی در اثر تغییر فاز کانیهای آبدار طی دگرگونی به وجود می آیند به طور مثال سیال دگرگونی حاصل از تبدیل فلدسپاتها در طی گرانیتی شدن.

* در طول انجماد ماگما فلزات کرم، نیکل و پلاتین همراه با بخشهایی است که از نظر آهن و منیزیوم غنی هستند.

* عناصر متحرک شامل F, B بوده که وزن اتمی کم و شعاع یونی کوچک هستند، این عناصر گرانروی ماگما را کاهش داده و نقطه انجماد آنها را پایین می آورد. عناصر مذکور در کانسارهای پنوماتولیتی و پگماتیتی غنی شدگی نشان می دهند.

مهاجرت سیالات کانی دار:

عموماً مسیر مهاجرت موادی به وسیله زمین ساخت منطقه کنترل می‌شود اساس تشخیص ژنز هر ذخیره معدنی داشتن مسیر حرکت سیال کانی‌دار و دوم چگونگی جایگزینی کانسنگ است.

*دانستن مسیر حرکت سیال کانه دار و چگونگی جایگزینی کانسنگ اساس تشخیص ژنز هر ذخیره معدنی را تشکیل می دهد.

* عمل انتشار ممکن است از طریق پدیده های فیزیکی و شیمیایی صورت گیرد در این واکنش ها شعاع یونی عنصر خارج شده و عنصر پر کننده، ساختمان بلور و درجه حرارت از مشخصه های اصلی تعیین کننده نحوه جانشینی است.

* حرکت سیالات تحت تاثیر تنش های تکتونیکی آسانتر صورت می گیرد، سیالات در امتداد سطح کششی که عمود بر محور حداقل تنش است میل به مهاجرت دارند.

* انتشار یون از سیال کانه دار به سنگ میزبان به تراکم آن در سیال کانه دار و ضریب انتشار یونی بستگی دارد که معمولاً برای هر سنگ مقدار ثابتی است.

* اساسی ترین قانون حاکم بر حرکت سیالات در مناطق کم عمق قانوان دارسی است:

q = مقدار محلول که از واحد سطح درواحد زمان عبور می کند

K = ضریب ثابت

$h_2 - h_1$ = اختلاف ارتفاع دو نقطه کم فشار و پرفشار

$q = -k\frac{h_2 - h_1}{l}$ قانون دارسی

L = طول ستون و یا فاصله حرکتی آب

*جدا شدن کانه از سیال کانه دار در حین حرکت سیال صورت می گیرد

حرکت فلزات به حالت سیالات کانی دار کلوییدی:

هر سیستم کلوییدی مجموعه ای از دو فاز است یکی فاز پراکنده و دیگری محیط پراکندگی

فاز پراکنده بیشتر سولفیدها، ئیدراتها می باشند و محیط پراکندگی را، سٌل می نامند که جامد در مایع است

*کلوئیدهای سٌل آلی و سولفیدی دارای بار الکتریکی منفی و کلوئیدهای سٌل اکسیدی و ئیدروکسیدی دارای با الکتریکی مثبت هستند.

نهشت کانسنگها (تشکیل کانسار):

عوامل موثر در نهشت کانسار ها به طور معمول عوامل زیر است:

۱- نیروی ثقل ۲- تغییر PH ۳- کاهش حرارت ۴-کاهش فشار ۵- کاهش سرعت انتقال حامل ۶- اختلاط سیال با سیالات دیگر ۷- تغییر نفوذ پذیری ۸- ساختار ۹- خواص فیزیکی یا شیمیایی

ذخایر همزاد (سین ژنتیک): ذخایری که به صورت بخشی از سنگ میزبان به وجود می آیند و برای تجمع ذخیره به آماده شدن زمینه نیازی ندارند.

ذخایر غیر همزاد (اپی ژنتیک): ذخایری که پس از تشکیل سنگ میزبان به وجود آمده‌اند و برای تجمع ذخیره نیاز به آماده شدن زمینه کانه‌زایی دارند. هاله‌های دگرسانی در اطراف این کانسارها دیده می شود.

کانسارهای اسکارن را می توان حالتی از آماده شدن زمینه برای نهشت ماده معدنی دانست که البته تشکیل اسکارن همیشه بر ذخیره معدنی مقدم است و غالباً عمل جانشین شدن کانه در سنگ ذخیره در این نوع کانسارها مشاهده می‌شود.

* آماده شدن زمینه مرحله مقدماتی کانه زایی است ولی در آن کانه زایی صورت نگرفته است.

* سیلیسی شدن، دولومیتی شدن و تبلور مجدد مهمترین فرآیند های آماده شدن زمینه برای کانه زایی است.

* یک کانسار را نمی توان بدون توجه به سنگهای باطله همراه و محصولات دگرسانی که در حین آماده شدن زمینه بوجود آمده اند مورد مطالعه قرار داد.

نهشت کانسارهای حاصل از تفکیک ماگمایی:

برخی از کانسارها نتیجه مراحل اولیه تفریق ماگمایی هستند و بلورهای به وجود آمده تحت تاثیر نیروی وزن در مخزن ماگمایی ته‌نشین می‌شوند گروهی به صورت لایه‌ای و گروهی به صورت افشان (Disseminated) و برخی به صورت توده ای هستند، مثال نوع لایه ای تشکیلات بوشولد نوع توده ای و افشان با خاستگاه ماگمایی بسیار فراوان هستند.

*ارزش کانیهایی که در سنگهای آذرین جمع می شوند با کانیهای فرعی مونازیت، کاستریت و ایلمنیت تعیین می شود.

عوامل کنترل کننده های تشکیل کانسارها:

۱) ساختهای اولیه: ساختهای اولیه توزیع سیالات کانی‌دار و مکان تجمع آنها را کنترل مـی کننـد. بـه طـور مثال دولومیت و سنگهای آهکی دولومیتی معمولاً متخلخل‌تر و با نفوذتر از سنگ‌های آهکی هستند بنابراین در دولومیت ها چرخه حرکتی محلولها آسانتر از سنگ آهک است به همین جهت بسیاری از زمین شناسـان دولومیتها را برای کانسارها بهترین سنگ میزبان می دانند.

۲) ساختهای ثانویه: این ساخت در بسیاری از کانسارهای دیرزاد (اپی ژنتیک) تعیـین کننـده مسـیر چرخـه سیالات کانی ساز هستند. گسلها و چین خوردگیها مهمترین ساختهای ثانویه هسـتند. از سـاختهای ثانویـه دیگر برشهای گسلی است که دارای خاصیت نفوذپذیری زیاد برای تشکیل ذخایر معدنی هستند.

۳) رگه های معدنی: مورفولوژی از ماده معدنی که در دو بعـد دارای گسـترش وسـیع و در یـک بعـد دارای گسترش محدود است. انواع مهم رگه عبارتند از:

A) تنوره یا دودکش: از انواع رگه هایی که در دو جهت دارای گسـترش نـاچیز و در یـک جهـت دارای گسترش وسیع است. این شکل از ماده معدنی مخصوص کیمبرلیت ها است

B) رگه های پر عیار (Ore shoot): رگه هایی که دارای عیار بالایی هستند.

C) باز و بسته شدن رگه (Pinch And Swell): در اثر حرکات کوچک در امتـداد گسـلهایی کـه در سطح آنها انحنا دارد، غالباً فضاهای خالی در فاصله سطوح گسلها به وجود می آید که به بسته شدن و باز شدن رگه معروف هستند و برخورد سیال کانی‌دار با این مناطق ممکن است آغاز کانی سـازی در یک منطقه باشد.

D) سدل ریف: این گونه ذخایر در ستیغ چین ها که محل های کم فشاری برای نفـوذ سـیال کانـه دار است ایجاد می شوند.

E) رگه های ساده: حاصل یکبار تزریق و کانه زایی در منطقه می باشند.

حرارت و فشار در تشکیل کانسارها نقش بسزایی دارند. درجه انحلال بسیاری از مواد در سـیالها بـا افـزایش درجه حرارت نسبت مستقیم دارد و کاهش حرارت سیال غالباً سبب تفکیک و ته نشینی فلزات از سیال کانه

دار می شود. قابلیت حل شدن هر کانی در سیال، با مقدار مواد فرار و گازهای موجود در آن مانند H_2S یـا CO_2 ارتباط مستقیم دارد. کاهش فشار باعث خروج گازها و مواد فرار از سیال و از طـرف دیگـر سـبب تـه نشینی کانه ها می شود. ثبات ترکیب یک سیال کانی دار بـه PH و شـرایط اکسیداسـیون و احیـاء محـیط بستگی دارد.

کنترل کننده های شیمیایی:

کنترل کنندهای شیمیایی نقش به سزایی در آماده شدن زمینه کانه زایی و نهشت کانه از سیال کانه دار ایفا می‌کنند، به عنوان مثال سیلیسی شدن و دولومیتی شدن مهمترین فرآیندهای شیمیایی آماده شدن زمینـه می باشند. تغییرات درجه حرارت و فشار با تاثیر بر روی درجه انحلال و اشباع شدگی عناصر مختلف بـا تـه نشینی و تشکیل ماده معدنی همراه است. همچنین مقدار مواد فرار و گازها در ته نشینی ماده معدنی نقـش دارند به عنوان مثال خروج گازها از سیال باعث افزایش قلیاییت سیال کانه دار شده که ایـن امـر باعـث تـه نشینی مواد معدنی از سیال کانه دار می شود.

اهمیت بافت در کانسارها:

اهمیت بافت در کانسارها از اصول اولیه درک چگونگی تشکیل کانسار به شمار می آید.

جانشینی:

*بافت کانسارها به طبیعت سیال کانه دار، صفات فیزیکی و شیمیایی سـنگ میزبـان و چگـونگی جـایگزین شدن ماده معدنی بستگی دارد. به عنوان مثال در کانسارهای سین ژنتیک بافت ماده معـدنی ارتبـاط عـادی بین کانه و سایر کانیهای سنگ معدن را نشان می دهد.

* پدیده جانشینی در تشکیل کانسارهای اپی ژنتیک یا دیر زاد نقش اساس دارد.

* کانیهایی که پیوند یونی واحد های سازنده آنها استحکام زیادی نسبت به کانیهایی کـه پیونـدهای سسـت تری دارند، کمتر بوسیله مواد دیگر جانشین می شوند.

پر کردن فضای خالی:

این بافت از مشخصه های اصلی کانسارهایی است که در مناطق سطحی تشکیل مـی شـوند و آمـاده شـدن زمینه برای نهشت ماده معدنی از خرد شدن سنگهای قبلی مانند برشی شدن سنگ اولیه ایجاد می شود. این بافت نیز در کانسارهای اپی ژنتیک یا دیر زاد دیده می شود.

بافتهای کلوئیدی:

بافت کوکاد یکی از مهمترین بافتهای حاصل از نهشت‌های کلوئیدی است. این بافت خاص کانسارهای اپی ترمال است. کانیهای بی شکل مانند اوپال، کاستریت های فیبری و گارنیریت از سیالات کلوئیدی جـدا می شوند.

دگرسانی:

به تغییرات شیمیایی و کانی شناسی که تحت تاثیر سیالاتی با منشاءهای گوناگون در سنگها ایجاد می‌شـود دگرسانی می گویند. دگرسانی سنگ دیواره به وسیله فرآیندهای گرمابی نشان داده است که سیالات گرمابی از نظر ترکیب شیمیایی اکثراً خنثی و در درجه حرارت های بالاتر کمی اسیدی می باشند.

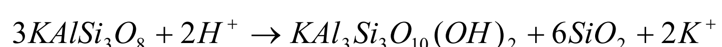
* سیلیسی شدن، کربناته شدن، آرژیلی شدن و آب گرفتن از فرآیندهای شاخص مناطق دگرسانی است.

* با فاصله از مرکز اصلی دگرسانی کانیهای آهن و منیزیوم دار فقط به صـورت آبـدار (سـرپانتیتی، کلریتـی شدن) در می آیند در حالی که در مناطق نزدیک به مرکز ممکن است سیلیســی شـدن و سریسـیتی شـدن ایجاد شود.

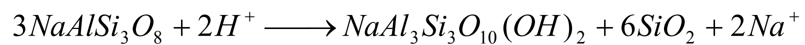
* پدیده دگرسانی نشان قطعی برای شکل گیری ماده معدنی نیست

انواع واکنشهای دگرسانی:

آبکافت (Hydrolysis): واکنشی که در آن H^+ دخالت دارد و سبب تبدیل کانیهای سیلیکاتی بـدون آب به کانیهای سیلیکاتی آبدار می شوند نظیر تبدیل فلدسپار به میکا و رس. علاوه بر این واکنشها سبب افزایش PH می گردند.



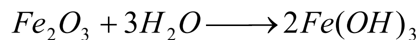
$$3KAlSi_3O_8 + 2H^+ \rightarrow KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2 + 6SiO_2 + 2K^+$$



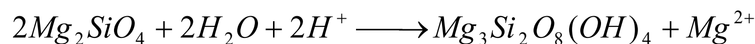
$$3NaAlSi_3O_8 + 2H^+ \longrightarrow NaAl_3Si_3O_{10}(OH)_2 + 6SiO_2 + 2Na^+$$

۲- آبپوشی (Hydration): در اثر این واکنش مولکولی از سیال جدا شده و به داخل ساختمان کانی جدید وارد می شود.

مانند تبدیل هماتیت به گوتیت و یا تبدیل الیوین به سرپانتین

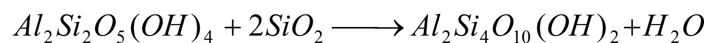


$$Fe_2O_3 + 3H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3$$



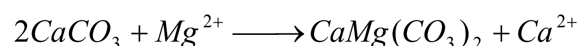
$$2Mg_2SiO_4 + 2H_2O + 2H^+ \longrightarrow Mg_3Si_2O_8(OH)_4 + Mg^{2+}$$

۳-آبگیری (Dehydration): در اثر افـزایش فشـار و درجـه حـرارت در اطـراف مجموعـه هـای دگرسـانی رخ می دهد.

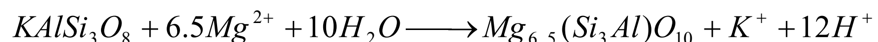


$$Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 2SiO_2 \longrightarrow Al_2Si_4O_{10}(OH)_2 + H_2O$$

۴- جانشینی منیزیمی: مانند تشکیل دولومیت ازسنگ آهک یا فلدسپارپتاسیم به کلریت

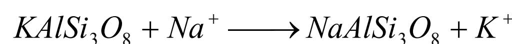


$$2CaCO_3 + Mg^{2+} \longrightarrow CaMg(CO_3)_2 + Ca^{2+}$$



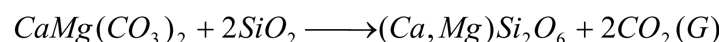
$$KAlSi_3O_8 + 6.5Mg^{2+} + 10H_2O \longrightarrow Mg_{6..5}(Si_3Al)O_{10} + K^+ + 12H^+$$

۵- جانشینی قلیایی: مانند تبدیل فلدسپار پتاسیم به آلبیت

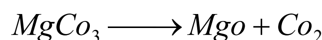


$$KAlSi_3O_8 + Na^+ \longrightarrow NaAlSi_3O_8 + K^+$$

۶- کربن زدایی: در اسکارنها دیده می شود که در نتیجه زدایش CO_2 از سنگ آهک و دولومیـت، کانیهـای جدید حادث می شوند

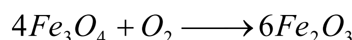


$$CaMg(CO_3)_2 + 2SiO_2 \longrightarrow (Ca,Mg)Si_2O_6 + 2CO_2(G)$$

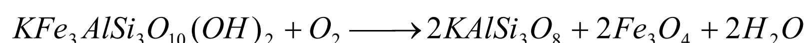


$$MgCo_3 \longrightarrow Mgo + Co_2$$

۷- واکنشهای اکسیداسیون و احیاء: معمـولاً ترکیبـات آهـن و گـوگرد و همچنـین سیسـتمهای دارای زوج اکسیداسیون و احیاء مانند اورانیوم و منگنز را تحت تاثیر قرار می دهند.

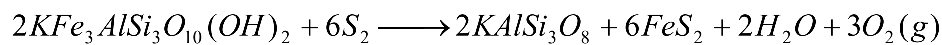


$$4Fe_3O_4 + O_2 \longrightarrow 6Fe_2O_3$$



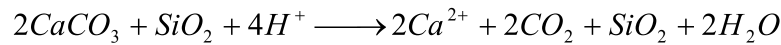
$$KFe_3AlSi_3O_{10}(OH)_2 + O_2 \longrightarrow 2KAlSi_3O_8 + 2Fe_3O_4 + 2H_2O$$

۸- سولفیدی شدن: مثال سـاده تشـکیل پیریـت اسـت کـه در نتیجـه وارد شـدن گـوگرد و هجـوم آن بـه اکسیدهای آهن و یا کانیهای مافیک صورت می گیرد.

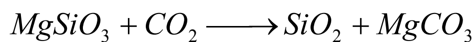


$$2KFe_3AlSi_3O_{10}(OH)_2 + 6S_2 \longrightarrow 2KAlSi_3O_8 + 6FeS_2 + 2H_2O + 3O_2(g)$$

۹- سیلیسی شدن: سبب اضافه شدن یا تولید سیلیسی به صورت کوارتز یا جنـد شـکل هـایی نظیـر اوپـال، جاسپر، کالسدونی می شود.

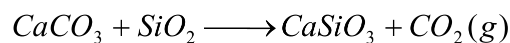


$$2CaCO_3 + SiO_2 + 4H^+ \longrightarrow 2Ca^{2+} + 2CO_2 + SiO_2 + 2H_2O$$



$$MgSiO_3 + CO_2 \longrightarrow SiO_2 + MgCO_3$$

۱۰- سیلیکاتی شدن: تبدیل یا جانشینی توسط کانیهای سیلیکاتی را سیلیکاتی شدن گویند.



$$CaCO_3 + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3 + CO_2(g)$$

گسترش دگرسانی در اطراف توده هایی با ترکیب اسیدی بیشتر خواهد بود اما مقـدار سـیالات آزاد شـده از استوک ها و توده های درونی مافیک بسیار ناچیز است.

گسترش و شدت آلتراسیون به عواملی مانند

۱- حجم سیالات دگرسان کننده

۲- نفوذ پذیری سنگ میزبان

۳- دما و فشار سیالات دگرسان کننده

۴- حضور تله های ساختمانی اولیه و ثانویه

نوع دگرسانی با توجه به سنگ میزبان متفاوت است به عنوان مثال

در سنگهایی که ترکیب اسیدی دارند، دگرسـانی سریسـیتی شـدن، پیریتـی شـدن و سیلیسـی شـدن و در سنگهایی ترکیب حدواسط تا بازیک دارند دگرسانی های کلریتی شدن، کربناتی شدن و پروپیلیتـی شـدن و در سنگهای کربناته اسکارنی شدن و در شیلها و سنگهای دگرگونی دمای پایین تورمالینی شـدن بـه خـوبی توسعه پیدا می کنند.

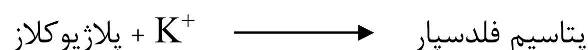
به عنوان مثال دگرسانی کلریتی و سرپانتینی شدن در کانسارهای ماسیوسولفید که در کف اقیـانوس شـکل می گیرند ایجاد می شوند و دگرسانی گرایزنی در نتیجه تاثیر سـیالات غنـی از F و B بـا سـنگهای آذریـن اسیدی و حدواسط ایجاد می شود.

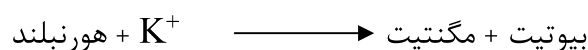
در سیستم های ماگمایی حجم سیالات خارج شده از ماگما در مراحل انتهایی (فلسیک) بیشتر است بنابراین سیالات جدا شده از این خواهد بود بنابراین حضور دگرسانی و کانسار های اقتصادی در اطراف این توده ها جزئی است.

دگرسانی ها را با توجه به حضور یک یا چند کانی ثانویه در سنگهای دگرسان شده تعیین می کنند.

دگرسانی پتاسیک:

کانیهای شاخص این دگرسانی پتاسیم فلدسپار، بیوتیت ثانویه و انیدریت می باشد. این دگرسانی در مرکز سیستم کانسارهای پورفیری دیده می شود. در کانسارهای رگه ای طلا و نقره کانی آدولاریا تشکیل می شود. افزوده شدن یون K به ساختمان پلاژیوکلازها و هورنبلند به ترتیب با شکل گیری پتاسیم فلدسپار و بیوتیت از حاشیه کانیهای اولیه می شود. تغییرات مهمی که در سنگهای آذرین حدواسط رخ می دهد عبارتند از:

پلاژیوکلاز + K^+  پتاسیم فلدسپار

هورنبلند + K^+  بیوتیت + مگنتیت

دگرسانی فیلیک (سریسیتی):

کوارتز، سریسیت و پیریت (QSP) مهمترین کانیهای این دگرسانی هستند. این دگرسانی در سنگهای غنی از Al (گرانیت ها و اسلیت ها) و تحت تاثیر سیالات اسیدی هیدرولیز کننده و غنی از عناصر $K^+, Na^+, Ca^{+2}, Mg^{+2}, Fe^{+2}$ و SiO_4^{-4} به خوبی توسعه پیدا می کنند.

این دگرسانی در کانسار های مس پورفیری از داخل به زون پتاسیک و از اطراف به زون پروپیلیتیک و از بالا به زون آرژیلیک ختم می شود.

این دگرسانی در کانسارهای مس پورفیری که در حاشیه قارها تشکیل می شود از اهمیت ویژه ای برخوردار است. ضمناً بخشی از ذخیر در کانسار های مس و مولیبدن پورفیری در این دگرسانی تشکیل می شود.

دگرسانی آرژیلیک حدواسط:

کانیهای اصلی این دگرسانی کائولینیت و مونتموریلونیت و مقدار جزئی سریسیت است. این آلتراسیون خاص کانسارهای رگه ای است

دگرسانی آرژیلیک پیشرفته:

کانیهای شاخص این دگرسانی کائولینیت، دیکتیت، دیاسپور و پیروفیلیت و گاهی سریسیت است هیدرولیز شدید سیلیکاتهای آلومنیوم دار (محیط اسیدی) موجب شکل گیری کانیهای این دگرسانی می شود.

در ذخایر پورفیری این دگرسانی در بالای زون فیلیک دیده می شود

دگرسانی پروپیلیتیک:

این دگرسانی با تاثیر سیالات ماگمایی و گرمابی غنی از Mg,Fe,Ca,Na بر روی سنگهای مافیک و حدواسط با شکل گیری کانیهای کلریت، اپیدوت، آلبیت، کلسیت، دولومیت و آنکریت همراه است

دگرسانی پروپیلیتیک در کانسارهای مس پورفیری واقع در جزایر قوسی (مدل دیوریت) بخشی از ذخیره مس را در خود جای داده است. این دگرسانی خارجی ترین و وسیع ترین زون دگرسانی در کانسارهای پورفیری است.

دگرسانی کلریتی:

کانی شاخص این دگرسانی کلریت است که در نتیجه تاثیر سیالات غنی از Fe,Mg بر سنگهای مافیک تا حدواسط ایجاد می شود. این دگرسانی خاص کانسارهای ماسیو سولفید می باشد که در قسمتهای داخلی و قرار دارد و بخشی از ذخیره در آن واقع شده است.

در ماسیو سولفیدهای نوع کروکو زون کلریت از داخل به زون کلریت-سریسیت که ذخیره در آن واقع شده ختم می شود.

دگرسانی سیلیسی شدن:

افزایش مقدار کوارتز و اکسیدهای سیلیس را در سنگ سیلیسی شدن می گویند. این دگرسانی در کانسارهای قلع و مولیبدن پورفیری تشکیل می شود؛ و در بیشتر کانسارهای گرمابی یافت می شود.

دگرسانی آلونیتی:

کانیهای مهم این دگرسانی آلونیت، کوارتز و اکسیدهای آبدار کوارتز است. این دگرسانی تحت تاثیر سیالات اکسیدان غنی از سولفات بر روی سنگهای غنی از Al و K موجب شکل گیری آلونیت می شود. افزایش غلظت SO_4^{-2} عاملی مهم در تشکیل آلونیت است. این دگرسانی در قسمتهای بالایی کانسارهای مس پورفیری و کانسارهای اپی ترمالی یافت می شود. این دگرسانی راهنمای اکتشافی مهمی برای کانسارهای طلا و نقره اپی ترمالی محسوب می شود.

دگرسانی گرایزنی:

زینوالدیت، مسکویت، کوارتز، فلدسپار و توپاز مهمترین کانیهای این دگرسانی محسوب می شوند. افزایش مقدار F و B در مراحل انتهایی تبلور ماگمایی (پنوماتولیتی) در ایجاد این نوع دگرسانی نقش مهمی دارند. این دگرسانی در سنگهای گرانیتی و همراه با کانسارهای قلع و تنگستن دیده می شود.

دگرسانی فنیتی:

این دگرسانی با کانیهای آلکالی فلدسپار، نفلین، پیروکسن های سدیم دار، آمفیبول های سدیم دار، سودالیت و کانکرینیت مشخص می‌شود. این دگرسانی خاص سنگهای آذرین الکالن (کربناتیت ها) می باشد.

دگرسانی آلبیتی:

افزوده شدن Na^+ توسط سیالات متاسوماتیسم کننده به سنگها اسیدی تا حدواسط با تشکیل آلبیت‌های ثانویه، پاراگونیت، اسکاپولیت، کلریت و کوارتز همراه است. این دگرسانی به طور وسیع در کانسارهای IOCG (کانسارهای آهن، مس و طلای هیدروترمالی) دیده می‌شود. دگرسانی آلبیتی مخصوص ذخایر طلای نوع رگه ای است.

اسکارنی شدن:

این دگرسانی با تشکیل کانیهای ولاستونیت، گارنت و دیوپسید مشخص می شود. این دگرسانی در فصل مشترک تودهای نفوذی حدواسط (زون فرورانش) با سنگهای کربناتی ایجاد می شود.

سرپانتینی شدن:

این دگرسانی با تشکیل کانیهای کریزوتیل و آنتی‌گورتیت در سنگهای بازی و فرابازی و کربناتی تشکیل می-شود.

دولومیتی شدن:

دولومیتی شدن شایع ترین نوع دگرسانی در کانسارهای سرب و روی تیپ دره می‌سی‌سی‌پی است که از طریق افزوده شدن Mg^{+2} به سنگهای کربناتی ایجاد می شود.

پدیده دگرسانی می تواند باعث تشکیل کانیهای فلزی و غیر فلزی شود و یا ممکن است فقط با تشکیل کانی های غیر اقتصادی همراه است. ترکیب باطله ها و پاراژنز آنها از نظر نوع سیال کانه دار و نحوه تشکیل در شناسایی کانسار بسیار اهمیت دارد.

پاراژنز:

روند تدریجی جدا شدن کانه ها از سیال کانه دار و ترتیب نهشت آنها در کانسار پاراژنز نامیده می شود.

*مشخصات سیال کانه دار در طول مهاجرت آن به تدریج تغییر می کند، لذا کانیهای گوناگون در مسیر حرکت از سیال جدا می شوند و جدا شدن یک کانی در شرایط معین ممکن است همراه با جدا شدن کانیهای دیگر از سیال باشد بنابراین تشکیل یک کانی ممکن است از نظر زمانی و مکانی با یک یا چند کانی دیگر توام باشد.

توالی پاراژنزی در کانسارهای گرمابی:

۱- سیلیکاتها
۲- اکسیدها (مگنتیت، ایلمنیت، کرومیت، هماتیت)
۳- کاسیتریت، ولفرامیت، مولیبدنیت
۴- پیروتیت، لالینجیت، آرسنوپیریت، آرسنورهای کبالت و نیکل
۵- کالکوپیریت، بورنیت، اسفالریت

۶- گالن، تترائدریت، سولفاسالتهای سرب، تلورورها، سینابار

* کانیهای قلع نسبت به کانیهای مس در نواحی عمیق تر و یا نزدیک به سنگ منبع قرار می گیرند و کانیهای مس معمولاً در داخل منطقه کانی سازی نقره قرار می گیرند.

* هنگامی که ساخت منطقه ای یک کانسار با کانسار دیگری همپوشانی پیدا می کند، نوع کانسار را تلسکوپی می گویند.

* ساخت منطقه ای در کانسارهای رسوبی مشاهده می شود که معمولاً مشخص کننده عمق ته نشینی انواع کانیها از سیال است.

ژئوترمومتری:

در تشکیل کانسارها، حرارت و فشار از مقدار زیاد (عمق زیاد) تا مقدار کم (سطح) تغییر می کند. مطالعه انکلوزیون‌های سیال یکی از مهمترین روشهای تعیین حررات و فشار تشکیل کانیها و در نتیجه کانسارهاست. معمولاً کانسارهای تشکیل شده در حرارت های بالا معرف شکل گیری در اعماق زیاد و کانسارهای تشکیل شده در حرارت پایین معرف شکل گیری در اعماق کم است.

مطالعه انکلوزیونهای سیال:

مطالعه انکلوزیون‌ها در کانیهای شفاف سریعتر و آسانتر انجام می‌گیرد و می توان حداقل درجه حرارت سیال کانی دار و درجه شوری را تعیین کرد. انواع انکلوزیونها به ترتیب زیر هستند:

۱) انکلوزیون های اولیه: دارای پراکندگی نامنظم در داخل کانی بوده، این نوع انکلوزیون های معرف سیالی است که کانه زایی از آن به وجود آمده است. تعیین درجه حرارت و شوری بر روی انکلوزیون های سیال اولیه در مرحله کانه زایی معرف کمترین دمای کانه زایی می باشد

۲) انکلوزیونهای ثانویه کاذب: در سطوح خاص مانند رخ، ماکل و غیره صورت می گیرند.

۳) انکلوزیونهای ثانویه: معمولاً در شکافها و بخشهای کم مقاومت کانیها تشکیل می شوند. این نوع انکلوزیونهای سیال شکستگی کانیها را پر کرده و معرف دمای واقعی شکل گیری کانسار نمی باشد.

انکلوزیون های سیالی که غنی از فاز بخار می باشند و دارای فاز جامد (نمک طعام) کمی هستند معرف سیالی می باشند که دارای شوری پایین و دمای نسبتاً بالایی است. انکلوزیون های سیالی که فاقد فاز بخار می باشند و دارای فاز جامد و مایع (نمک طعام) زیادی هستند معرف سیالی می باشند که دارای شوری بالا و دمای نسبتاً پایینی است.

* مطالعه انکلوزیون ها در کانیهای شفاف سریعتر و آسانتر صورت می گیرد.

تعیین نقطه ذوب:

نقطه ذوب کانی درجه حرارتی است که کانی درآن دما در فشار ثابت ذوب می شوند. گرچه دانستن نقطه ذوب کانیها برای تعیین درجه حرارت تشکیل آنها مفید است، ولی برای تعیین شرایط تشکیل آنها چندان کمکی نمی کند زیرا در تشکیل و تبلور کانیها عوامل گوناگونی دخالت دارند برای مثال مقدار فشار بخار آب خود در تغییر شرایط تبلور کانیها عاملی موثر است. از طرف دیگر، حرارت ذوب یک کانی در مقایسه با حرارت ذوب در مجموعه کانیها، اهمیت کمتری دارد. معمولاً «مجموعه کانیها» درحرارت پایین تری از هریک از سازه های تشکیل دهنده خود ذوب می شوند. نقطه ذوب هرسیستم دو سازه‌ای را نقطه اتکتیک می گویند.

تعیین نقطه تبدیل و محدوده پایداری کانی ها:

نظم شبکه بلوری بعضی از کانیها در حرارت و فشار معین تغییر می‌کند. نقطه تبدیل در بعضی کانیها مشخص و در بعضی دیگر تابع عواملی از قبیل ناخالصی درساختمان بلوری است. به طور مثال ترکیب AG_2S در حرارت بالا و به صورت آرژانتیت (سیستم مکعبی) و در حرارت پایین به صورت کانی آکانتیت (سیستم منوکلینیک) پایدار است و نقطه تبدیل آنها را ۱۸۰ درجه سانتیگراد تعیین کرده‌اند. تجربه نشان داده است که چناچه محیط کانه سازی اسیدی باشد بلورهای مسدسی ورتزیت در درجه حرارت پایین نیز تشکیل می شوند؛ بنابراین حضور ورتزیت می‌تواند معرف حرارت بالا و یا محیط اسیدی و حرارت نسبتاً پاییتر باشد. چنانچه فلز آهن نیز جانشین فلز روی در بلور شود، نقطه تبدیل به طور محسوسی پایین می‌آید.

بافت و حالتهای کانیها:

برخی از کانی شناسان بافت و حالت کانیها را مشخصه ای برای تشخیص حرارت تشکیل کانسارمی دانند. به طور مثال اگر مس در حرارت بالا متبلور شود، شکل و بافت آن مشابه محصولی خواهد شد که از کوره ذوب مس خارج می شود. هماتیتهای ااliتی را غالباً محصول تبلور در شرایط فشار و حرارت کم (مناطق نزدیک به سطح) می رانند. کانیها همیشه درحین تبلور، همیشه به سیالات ناآمیخته برخورد می کنند که آنها از ساختمان خود می راند و این سیالات در امتداد رخها یا سطوح کامل بلور باقی مانده و ساختمان درهم رشدکرده (InterGroeth) به خود می گیرند که در تعیین درجه حرارت تشکیل کانسار استفاده محدودی دارند.

ناآمیختگی در کانی ها:

فرآیند ناآمیختگی در فلزشناسی و کانی شناسی زیاد مورد استفاده و مطالعه است. نکته اصلی این است که هر ناآمیختگی نشانه درجه حرارتی است که در آن نظمی به بی نظمی تبدیل شده است، ولی این درجه حرارت لزوماً مبین نقطه انجماد نیست. ناآمیختگی در کانیهای سولفوره به مقدار زیاد تابع فشار بخار گوگرداست. مثالهایی از ناآمیختگی در برخی از کانی ها:

۱- بٌرنیت – کالکوپیریت

۲- پیروتیت – کالکوپیریت

۳- کرومیت – هماتیت

۴- گالن – آرژانتیت

۵ – مگنتیت – ایلمنیت

۶- مگنتیت- هماتیت

۷- ورتزیت - اسفالریت

مطالعه ایزوتوپهای پایدار:

نسبت های ایزوتوپی به تغییرات دما، PH و فوگاسیته اکسیژن بستگی دارد. با مطالعه برروی خاستگاه چشمه های آبگرم، اهمیت تعیین نسبت ایزوتوپهای سنگین اکسیژن و هیدروژن روش گردیده است به طوری که مشخص شده غالباً آبهای گرم زمین منشاء سطحی دارند. بررسی ایزوتوپهای سنگین مثل از آنکه

در تعیین درجه حرارت تشکیل کانسار مورد استفاده باشد، می تواند به تعیین منشاء آبها کمک کند. درمورد ایزوتوپهای گوگرد مطالعات بسیاری در دست است، ولی یکی از مشکلات بررسی این ایزوتوپها، تغییر پذیری زیاد آنهـا در مقابـل تغییـرات شـرایط محـیط (PH و EH و حـرارت و ...) اسـت. در هـر صـورت دو ایزوتوپ S^{32} , S^{34} از دیگر ایزوتهای گوگرد یعنـی S^{33}, S^{34} فراوانترنـد و اسـتاندارد گـوگرد در سنجشـی نسبت S^{34}/S^{32} است که در متئوریت کانون دیابلو به دست آمده اسـت. بوسـیله ایزوتـوپ گـوگرد خاسـتگاه کانسار را می توان مشخص کرد به طور مثال چنانچه مقدار $\delta^{34}S$ به صفر در هزار نزدیک باشد گوگرد دارای منشاء ماگمایی است. وسیع بودن محدوده $\delta^{34}S$ نشاندهنده منشئی آلی برای گوگرد است. غنی شـدگی در $\delta^{34}S$ نشاندهنده آن است که گوگرد از آب دریا و یا از مواد تبخیری منشاء گرفتـه اسـت بـرای کانسـارهای تیپ دره می‌سی‌سی‌پی خاستگاهی از بخشهای کم عمق پوسته زمین و برای کانسارهای گرمابی غرب آمریکا خاستگاه درونی عمیق تعیین شده است.

از ایزوتوپهای پرکاربرد دیگر سه ایزوتوپ اکسیژن ((O^{16}, O^{17}, O^{18})) است که تنها O^{16}, O^{18} کاربرد مطالعاتی دارند. استاندارد مورد استفاده برای ایـن دو ایزوتـوپ، نسـبت مقـادیر آنهـا در آب دریاهـای آزاد اسـت کـه نسبت O^{18}/O^{16} تابع حرارت بوده که به عنوان حرارت سنج در ژئومومتری بـرای کانسـارهای گرمـابی مـورد استفاده قرار می گیرد. تجربه نشان داده است که با دور شدن از مرکز کانی سازی که طبیعتاً با کاهش درجه حرارت همراه است، نسبت O^{18}/O^{16} نیز کاهش می‌یابد. از ایزوتوپهـای دیگـری کـه در تشـخیص خاسـتگاه کانیها مورد استفاده قرار می گیرند، ایزوتوپ های کربن ((C^{12}, C^{13})) و نیز هیدروژن (($H^{\pm}$)) است.

ته نشست ماده معدنی از سیالات هیدروترمال

فلزات در سیالات گرمابی توسط کمپلکسهای کلـروری، سـولفیدی، بـی‌سـولفیدی، فلوئوریـدی، سـیانیدی، آرسنیدی و ... حمل می شوند. بعضی از این کمپلکس ها در دمای بالا در انتقال فلزات نقش دارند (کمپلکس های کلریدی) و بعضی دیگر در دمای پایین در انتقال فلزات نقش دارند (کمـپلکس هـای بـی سـولفیدی و آلی).

ته نشینی فلزات از سیال گرمابی تحت شرایط زیر صورت می گیرد.

اگر سیالی که در امتداد یک شکستگی که از سنگهای غیر واکنش پذیر تشکیل شده به سمت بالا حرکت می کند در نظر بگیریم، ته نشینی مواد معدنی در اثر عوامل فیزیکی از قبیل جوشش، سرد شدن و اثر برنولی (کاهش فشار در نتیجه برخورد سیال کانه دار با سطح گسل را می گویند) صورت می گیرد.

تاثیرجوشش:

جوشش به این معناست که هرگاه درجه حرارت سیالی از نقطه جوشش بیشتر شود آن سیال شروع به جوشیدن می کند. همچنین هرگاه فشار از روی سیالات برداشته شود سیال شروع به جوشیدن می کند؛ که به چنین جوششی، جوشش ثانویه می گویند. اثرات این نوع جوشش از طریق عوامل زیر باعث ته نشینی ماده معدنی از سیال می شود.

۱-اجزاء فراری مانند HF، HCl از سیستم خارج می شوند و این امر باعث قلیایی شدن سیال باقی مانده شده و ناپایداری کمپلکس های حمل کننده فلزات شده و فلزات را ته نشین می کند.

۲- مایعات باقی مانده با از دست دادن آب از لحاظ اجزای فرار غنی می شوند و این امر نیز با ته نشینی ماده معدنی از سیال همراه است

تاثیر کاهش درجه حرارت:

تاثیر درجه حرارت عمدتاً از طریق سرد شدن سیالات در ته نشینی مواد معدنی حائز اهمیت است: مثلاً سرد شدن شورآبهای فلز دار باعث افزایش تفکیک مجموعه های کلروری و نیز تبدیل So_4^{-2} به HS^- و H_2S می شود با تفکیک مجموعه های کلروری یونهای فلزی ساده آزاد شده و با ترکیب گوگرد احیایی که از احیاء So_4^{-2} حاصل می شود، کانیهای سولفیدی تشکیل و ته نشین می شود.

اثر برنولی:

اثر برنولی، یعنی کاهش فشار در نتیجه افزایش سرعت حرکت سیالات کـه بواسـطه تراتیلینـگ حـادث مـی شود، خود موجب کاهش حلالیت و نتیجتاً ته نشینی می گردد؛ لذا کاهش فشار همانند کاهش دما نیز با ته نشینی ماده معدنی همراه است.

فرآیندهای شیمیایی عامل ته نشینی ماده معدنی:

۱-ته نشینی در نتیجه واکنش با سنگ میزبان به عنوان مثال شکل گیـری کانسـارهای اسـکارن در نتیجـه واکنش سیال فلزدار با سنگهای واکنش پذیری مانند آهک است، ۲- ته نشینی در نتیجه اختلاط سیالات بـا یکدیگر که در ادامه راجع به آن توضیح داده می شود.

نکات مهم:

* یکی از اثرات مهم دگرسانی، آبکافت و آبپوشی این است که به ترتیب شـامل مصـرف شـدن H^+ و H_2O می باشد، این واکنشها باعث وارد شدن فلزات قلیایی و قلیایی خاکی به درون سیالات گرمابی مـی شـوند. از دست دادن H^+ باعث افزایش PH و بی ثبات شدن کمپلکس های حمل کننده فلزات و ته نشینی سولفیدها می شود.

* افزایش Ca^{+2} باعث پیوند یونی کلسیم با Cl^- و نتیجتاً کاهش اکتیویته Cl^- می شود و کـاهش اکتیویتـه Cl^- باعث بی ثبات شدن کمپلکس های کلروری مربوط به فلزات می شود و با ته نشینی فلزات همراه است.

* مخلوط شدن یکی دیگر از عواملی است که با ته نشینی ماده معدنی از سیال گرمابی همراه است بـه ایـن ترتیب که علاوه بر سرد شدن سیالات ممکن است باعث اضافه شدن اجزایی نظیر H_2S و کربنات و نتیجتـاً ته نشینی ماده معدنی است

* موثرترین عامل فرآیند شیمیایی که باعث ته نشینی می شود، اکسیداسیون است زیـرا بـا کـاهش غلظـت سولفیدها و PH همراه است.

* تغییرات PH به میزان ۰٫۱ موثرتر از تغییرات درجه حرارت به میزان ۱۰ درجه سانتیگراد در تـه نشـینی سرب از سیال گرمابی است.

* برخی از پدیده های شیمیایی که با ته نشینی ماده معدنی همراه است عبارتند از: ۱- سیلیسی شدن، ۲- دولومیتی شدن، ۳- اسکارنی شدن، ۴- تبلور دوباره

* مدت زمانی که طول می کشد تا یک کانسار گرمابی تشکیل شود به غلظت سیالات گرمابی و نیز مقدار ماده معدنی ای که درتوده معدنی یافت می‌شود بستگی دارد. ماکزیموم زمانی که طول می‌کشد تا یک کانسار گرمابی تشکیل شود ۱۰۰۰۰۰ هزار سال است.

کانسارهای ماگمایی:

کانسارهای کروم، نیکل و پلاتین جزء کانسارهایی ماگمایی هستند که بیشتر همراه با سنگ های بازی و فرابازی دیده می شود. کانه های سولفیدی هر چند با سنگهای فرابازی و بازی یافت می شوند اما بیشتر با سنگهای گابرویی همراه هستند.

کانه های کرومیت، ایلمنیت، پلاتین و مگنتیت سنگهای غنی از آهن و منیزیوم را همراهی می کنند

مگنتیت، ایلمینت، هماتیت سنگهای حدواسط و مگنتیت، هماتیت، زیرکن، مونازیت و کاستریت سنگهای غنی از سیلیس را همراهی می کنند.

کمپلکس های الترامافیکی و مافیکی در نقاط داغ داخل قاره ها تشکیل می شوند. کمپلکس های مهم عبارتند از کمپلکس بوشفیلد در آفریقای جنوبی، استیل واتر در آمریکا، مسکوکس در کانادا، دایک بزرگ در رودوزیا، سادبوری در کانادا، اسکرگارد در آفریقای جنوبی

کانسارهای کرومیت:

این کانسارها به کانسارهای کرومیت لایه ای (بوشفیلد) و کانسارهای کرومیت نوع آلپی (نیامی) تقسیم بندی می باشند.

کرومیت لایه ای نوع بوشفیلد:

این کمپلکس به شکل لایه ای بوده در آفریقای جنوبی واقع شده است. سنگ میزبان آن سنگهای دونیت، پریدوتیت و پیروکسنیتی است و محیط شکل گیری آن سپرهای پرکامبرین واقع شده است. ۵۰ درصد از

کرومیت دنیا از این کمپلکس تهیه می شود و علاوه بر کرومیت فلـزات دیگـرماننـد نیکـل و عناصـر گـروه پلاتین نیز از آن بدست می آورند.

مدل جدایش ثقلی و اختلاط ماگمایی مهمترین نظریه های شکل گیری کرومیت های لایه ای نوع بوشفیلد است و از این میان مدل اختلاط ماگمایی دارای صحت و قوت بیشتری نسبت به جدایش ثقلی است. بـدین ترتیب که اضافه شدن تدریجی ماگمای جدید با اتاق ماگمایی موجب تغییر در ترکیب شیمیایی ماگمـا مـی شود و این امر باعث تغییر محدوده پایداری الیوین به سمت کرومیت و ته نشینی آن مـی شـود. سـرپانتینی شدن در نوع کانسارها کم و ضعیف است.

کرومیت‌های انبانه ای نوع نیامی:

سنگ میزبان این نوع کرومیت ها سنگهای پریدوتیتی و یا پریدوتیت-گـابرو اسـت مـاده معـدنی بـه شـکل عدسی یا انبانی شکل دیده می شود. این کانسارها از لحاظ موقعیت تکتونیکی در مجموعه های افیولیتی در پشته های میان اقیانوسی و یا حوضه های پشت قوسی تشکیل مـی شـوند. کرومیـت در کانسـار در مرحلـه انتقالی هارزبورژیت به سنگهای انباشتی و معمولاً به شکل عدسی های ناهمشیب یافت می شـوند. در مـورد نحوه تشکیل این کانسارها ژو و همکاران (۱۹۹۴) معتقدنـد کـه از ذوب نسـبی درجـه بـالای جبـه فوقـانی کرومیتیت های غنی از Cr همراه با سنگهای غنی ازالیـوین و ارتوپیروکسـن (هارزبورژیـت) را تشـکیل مـی دهند.

و از ذوب نسبی درجه پایین جبه فوقانی کرومیتیـت‌هـای غنـی از Al همـراه بـا سـنگهای غنـی ازالیـوین، ارتوپیروکسن و کلینوپیروکسن (لرزولیت) تشکیل می شود.

بنابراین در مجموعه های نوع آلپـی کانسـارهای کرومیـت در واحـدهای هـارزبورژیتی تشـکیل مـی شـود و واحدهای لرزولیتی فاقد کانی سازی هستند. سرپانتینی شدن در این نوع کانسار شدید می باشد

محدوده سنی ین کانسارها از پالئوزوئیک تا ترشیاری است.

از کانسارهای معروف کرومیت لایه ای دنیا می توان به کمپلکس استیل واتر، دایـک بـزرگ در رودوزیـا و از کانسار کرومیت نوع آلپی می توان به کانسار موآ و کاماگئی در کوبا و کوه دون در نیوزلند اشاره کرد.

کانسارهای کرومیت ایران غالباً از نوع انبانه ای می باشند.

کانسارهای نیکل ماگمایی:

مهمترین عاملی که باعث تجمع این فلزات می شود نیروی ثقل است؛ زیرا مذاب سولفیدی-اکسیدی چگالی ش بیشتر از مذاب سیلیکاتی است.

مهمترین و بزرگترین کانسار نیکل دنیا (سادبوری) در کشور کانادا واقع شده است. این کانسار علاوه بر نیکل دارای ذخایر با ارزشی از مس، عناصر گروه پلاتین، طلا، نقره و کبالت می باشد. سنگ همراه این کانسارها از نوع کماتیتی است که دارای بافت اسپینفیکس می باشند و عمدتاً مربوط به آرکئن و اواخر نئوپروتروزوئیـک هستند. محیط تکتونیکی آنها چندان مشخص نمی باشد اما در کمربند های گرین استون دیده شده اند.

کانسارهای نیکل در ریفت های درون قاره ای همراه بـا سـنگهای مـافیکی و الترامـافیکی نـوع تولئیـت نیـز تشکیل می شوند. در مجموعه های افیولیتی از نظر کانی سازی سولفیدی ماگمایی قابل توجه نمی باشند.

جذب نیکل توسط گوگرد باعث کاهش مقدار Ni در داخل الیوین می شود بنابراین یکی از راههای اکتشـاف نیکل اندازه گیری مقدار نیکل موجود در الیوین است.

مقدار نیکل موجود در یک مذاب غیر قابل امتزاج بیانگر مقدار تبلور مذاب سیلیکاتی اولیه قبلـی از جـدایش یک مذاب سولفیدی است.

نکته مهم:

هرچه درصد تبلور مذاب سـیلیکاتی و فوگاسـیته اکسـیژن بیشـتر باشـد مقـدار نیکلـی کـه وارد سـاختمان سیلیکاتها می شود بیشتر می شود. رفتار عناصر Co و Ni مشابه هم اسـت و عناصـر گـروه پلاتـین و مـس گوگرد دوست تر از عناصر CO و Ni می باشند بنابراین در مذاب سولفیدی وارد می شوند.

از لحاظ زمانی مهمترین کانسارهای نیکل دنیا به اوایل تا اواسط پرکامبرین مربوط می شوند

نکته مهم:

محتوی گوگرد یک مذاب سیلیکاتی که با یک مذاب غنی از گوگرد در حال تعادل است با افزایش فوگاسیته اکسیژن، با کاهش درجه حرارت، با کاهش فوگاسیته گوگرد، افزایش سیلیس و کاهش مقدار آهن کاهش نشان می دهد.

کانسارهای گروه پلاتین:

عناصر تشکیل دهنده گروه پلاتین شامل فلزات پلاتین، ایریدیوم، اسمیوم، پالادیوم، رودیوم و روتنیوم است. این عناصر سنگهای آذرین غنی از منیزیم (الترامافیک) را همراهی می‌کنند. عناصر گروه پلاتین همراه عناصر نیکل و مس درکانسارهای سولفید نیکل و مس می باشند. همچنین این گروه از عناصر کانسارهای کروم و اسپینل دار مراحل تاخیری تبلور ماگما را همراهی می کنند. آفریقای جنوبی و روسیه بزرگترین تولید کننده های پلاتین در دنیا هستند.

عناصر گروه پلاتین همراه با سولفید ها یافت می شوند بنابراین ته نشینی یک فاز سولفیدی برای تشکیل این گونه کانسارها ضروری است.

کانسارهای گروه آهن

از نظر ارزش اقتصادی کانسارهای آهن دو نوع ماگمایی و رسوبی دارای اهمیت هستند. مهمترین کانسار آهن ماگمایی دنیا کانسارکایرونا در کشور سوئد می باشد.

در ایران کانسارهای آهن ماگمایی در منطقه بافق در ایران مرکزی به خوبی توسعه یافته اند و مهمترین کانسارهای آهن در رده کانسارهای آهن ماگمایی قرار دارد. کانسار چغارت، چادرملو و گل گهر مهمترین کانسارهای آهن ایران را تشکیل می دهند.

کانسارهای آهن رسوبی به دو گروه مهم ۱- سازندهای آهن لایه ای ۲- و سنگهای آهن اُاُلیتی تقسیم بندی می شوند. کانسارهای آهن رسوبی در ایران گسترش چندانی ندارند.

کانسارهای آهن تیتانیوم:

تقریباً تمامی تیتانیوم دنیا از آنورتوزیت ها بدست می آید. آنورتوزیت سنگی است آذرین که قسمت اعظم آنرا پلاژیوکلاز تشکیل می دهد. موقعیت تکتونیکی آنها چندان مشخص نیست ولی به طور عمده در سپرها (کراتون ها) کشف شده اند. منطقه کوبک در کانادا دارای ۱۲۵ میلیون تن ذخیره تیتاینوم و آهن است. کانسارهای آنورتوزیتی حاوی مگنتیت و آپاتیت می باشند و از این لحاظ مشابه کانسارهای کربناتیتی هستند.

کربناتیت ها:

کربناتیت نوعی سنگ آذرین است که دارای کانیهای اصلی کلسیت، دولومیت و آنکریت است. این سنگها همراه با سنگهای شدیداً قلیایی یافت می گردند. دگرسانی فنیتی مهمترین دگرسانی است که همراه با این سنگها دیده می شود. کربناتیت ها بر اساس مورفولوژی به دو گروه کربناتیت های حلقوی و کربناتیت های خطی قابل تقسیم بندی هستند. مهمترین کانیهای اقتصادی در این کانسارها شامل پیروکلر، بادالیت، پاریزیت، باستانسیت، مونازیت، اورانوتوریت، می باشد. مهمترین فلزاتی که از این سنگها بدست می آید شامل: ۱- نیوبیوم (Nb) ۲- خاکیهای نادر (REE) ۳- اورانیوم و توریم (U,Th) ۴- مس و دیگر فلزات.

عناصر کمیاب از سنگهای آلکالن غنی از سدیم- پتاسیم اسیدی یافت می شوند. در حالیکه آهن و تیتانیوم در نوع غنی از کلسیم وجود دارد. کربناتیت پالابورا در آفریقای جنوبی و کولا در شوروی بزرگترین کانسارهای کربناتیت دنیا هستند. محیط تشکیل این کانسارها در ریفت های داخل قاره ای است. کربناتیت ها از پرکامبرین تا عهد حاضر گزارش شده اند.

کیمبرلیت های حاوی الماس:

کیمبرلیت ها سنگهای آذرین التراومافیک غنی از پتاسیم که حاوی قطعاتی از کانیها و سنگهای جبه است. مورفولوژی قیفی شکل (دیاترم) شاخصه اصلی این کانسارها است. مهمترین کانیهای شاخصه کیمبرلیت ها دیوپسید های کروم دار و ایلمنیت های منیزیم دار، الیوین، فلوگوپیت و پیروپ کروم دار می باشند. الماس مهمترین کانی با ارزش اقتصادی در کیمبرلیت هاست همچنین این سنگها دارای مقادیر با ارزشی از عناصر

REE, U, TH, Nb, Zr, Pb می باشند. عمق مهمترین عامل برای شکل گیری الماس است و همراهی دیوپسید های کروم دار با این سنگها دلیلی بر تبلور در فشار بالاست.

بهترین محل برای اکتشاف این کانسارها محل برخورد گسلهای بزرگ با یکدیگر است که باعث شکل گیری تنوره (مورفولوژِی) خاص این کانسار می شود.

کیمبرلیت های مهم در آفریقا، روسیه و آمریکا و هندوستان واقع شده اند.

اکثر کیمبرلیت های مهم در دوره کرتاسه تشکیل شده اند. این کانسارها در مرحله تشکیل ریفت و در امتداد محور ریفت نفوذ می کنند.

پگماتیت ها

پگماتیت‌ها عبارت از سنگهای آذرین و یا دگرگونی دانه درشتی هستند که ترکیبی گرانیتی دارند؛ و معرف بخشی از مرحله انتقالی از شرایط آذرین به شرایط گرمابی می باشد؛ و از نظر زمین شناسی با گرانیت ها، پورفیری ها و کانسار های قلع در ارتباط می باشد. این گروه از پگماتیت ها ارزش اقتصادی بالایی دارند، پگماتیت هایی با ترکیب مافیک به جزء (مرنسکی ریف، آفریقای جنوبی) در سایر موارد فاقد ارزش اقتصادی می باشند. پگماتیت های سینیتی کمیاب می باشند و ارزش اقتصادی بالایی ندارند.

فراوانترین پگماتیت‌ها، پگماتیت‌های گرانیتی هستند. پگماتیت‌ها به علت داشتن عناصری مانند لیتیم، نیوبیوم، تانتالیم، اورانیم و خاکهای کمیاب (Li,Nb,Ta,U,REE) حائز اهمیت اقتصادی هستند.

سیلیکاتها و اکسیدها فراوانترین کانی های پگماتیت ها می باشند. پگماتیت‌های گرانیتی از کانیهای فلدسپار پتاسیم، کوارتز، پلاژیوکلاز (آلبیت و الیگوکلاز) و بیوتیت تشکیل شده اند و علاوه بر سازند های اصلی، کانیهای مسکویت، تورمالین، توپاز، بریل، لپیدولیت، فلورین، آپاتیت و کانیهای حاوی عناصر کمیاب و رادیواکتیو و خاکی کمیاب در آن تمرکز می یابند.

رده بندی پگماتیت ها

پگماتیت‌ها را بر اساس عمق تشکیل و مواد معدنی آنها به چهار گروه تقسیم می‌کنند

پگماتیتهای کم‌عمق، عمق متوسط، عمیق و بسیار عمیق.

۱- پگماتیتهای کم‌عمق یا پگماتیتهای حفره‌دار

این نوع پگماتیت‌ها در عمق ۱,۵ الی ۳,۵ کیلومتری از سطح زمین تشکیل شده‌اند؛ و در قسمت های فوقانی گرانیت ها دیده می شوند و دارای بافت پورفیری می باشند. نام دیگر این پگماتیت ها، پگماتیت های میکرولیتی می باشد و به دلیل فشار کم محیط تشکیل و در ضمن تبلور ماگما به دلیل وجود محلول های گرمابی، دارای فضاهای خالی در بین بلورها می‌باشند. این گروه گاهی حاوی کانیهای قیمتی بریل و توپاز و دارای کوارتزهای پیزوالکتریک می باشد

۲- پگماتیت‌های عمق متوسط یا پگماتیت‌های حاوی عناصر کمیاب

این گروه از پگماتیت‌ها که در عمق ۳,۵ الی ۷ کیلومتری از سطح زمین تشکیل شده‌اند. سنگهای دگرگونی در ارتباط با این پگماتیت ها در حد رخساره شیست سبز می باشد. این سنگها حاوی کانی‌های دارای عناصر کمیابی نظیر Li،Rb،Cs، Be،Nb-Ta، Hf،Zr،Ge،B،F، P می‌باشند. ژنز این گروه پگماتیت ها با گرانیت ها ارتباط مستقیم دارد؛ و بعضی از این پگماتیت ها دارای کانی سازی قلع، تانتالیم، نیوبیوم، لیتیم، بریلیوم و عناصر کمیاب می باشند. ارزش اقتصادی این پگماتیت‌ها از سه نوع دیگر بیشتر است.

۳- پگماتیتهای عمیق یا پگماتیتهای ساده یا پگماتیتهای میکادار

این پگماتیت‌ها در عمق ۷ تا ۱۱ کیلومتری تشکیل شده‌اند؛ و توده های نفوذی در ارتباط با این پگماتیت ها گزارش نشده است؛ و در درون سنگهای دگرگونی رخساره آمفیبولیت (فشار متوسط) قرار دراند. اکثراً واجد ۲ نوع میکا و کانی‌های فرعی نظیر گارنت، تورمالین، کیانیت، زیرکن، آپاتیت و مونازیت هستند. این گروه معمولاً به شکل پرشدگی شکستگی‌ها در سطح وسیعی توزیع شده است. پتانسیل اقتصادی این گروه بسیار کم و بندرت برای اورانیوم و عناصر کمیاب مقرون به صرفه اقتصادی است.

۴- پگماتیتهای بسیار عمیق یا پگماتیت های سرامیکی

این پگماتیت ها در عمق بیش از ۱۱ کیلو متر تشکیل می شوند و به پگماتیت های سرامیکی معروف می باشند و سنگهای دگرگونی در ارتباط با این پگماتیت ها در حد رخساره گرانولیت و میگماتیت می باشد. توده های نفوذی همراه آنها گزارش نشده است. معمولاً فاقد کانی سازی اقتصادی می باشند و از نقطه نظر کانیهای کوارتز و فلدسپار در صنایع سرامیک استفاده می شوند.

بخش باقیمانده ماگما که سرشار از مواد فرار است، غنی از عناصری است که دارای شعاع یونی بسیار بزرگ و یا عناصری که خیلی کوچک از شبکه تبلور کانی‌های اصلی ماگما به فازهای پایانی تبلور رانده شده‌اند و همچنین عناصری که تشکیل کمپلکس داده و یا کمپلکس های که بار الکتریکی وارده بر کاتیون مرکزی آنها بیش از ۴ باشد. وجود کانیهای نادر را که یکی از اختصاصات پگماتیت‌هاست می‌توان به این طریق توجیه کرد. پگماتیت‌های ماگمایی در آخرین مرحله تحول عادی سنگهای آذرین از مایعات باقی مانده که از نظر آلومینوسیلیکاتهای قلیایی و مواد فرار غنی هستند، تشکیل می‌شود که این مواد فرار به مقدار زیادی دمای تبلور و ویسکوزیته محلولهای سیلیکاته را پایین می‌آورند. چون این مواد گازی دارای وزن ملکولی کمی نسبت به سایر سیلیکاتهای ماگما هستند؛ لذا نسبت مولار آنها بالاست و روی پتانسیل شیمیایی تاثیر خیلی زیادی دارند، برای همین می‌تواند در تبلور و واکنش مایعات سیلیکاته تاثیر خیلی زیادی داشته باشد. به علاوه اثر فشار روی تعادل سیستم هایی که دارای فاز گازی هستند نیز خیلی زیاد است. پگماتیت ها ندرتاً دگرسانی تولید می کنند، ولی در سنگهای دربرگیرنده بعضی از آنها آبکافت و سیلیسی شدن دیده می شود. پگماتیت ها در دوره از تاریخ پوسته جامد زمین شناخته شده می باشند. پگماتیت های حاوی عناصر کمیاب (عمق متوسط) بیشترین محدوده زمانی را خود اختصاص داده اند؛ و پگماتیت های کم عمق در دوران دوم و سوم گزارش شده است

کانی‌های لیتیم‌دار

مهمترین کانی‌های پگماتیتی لیتیم درا عبارتند از اسپودمن با فرمول $LiAlSi_2O_6$ که یک پیروکسن منوکلینیک است، لیپدولیت که یک میکای Li دار است و آمبلی‌گونیت که یک فسفات Li می‌باشد.

کانی‌های لیتیم‌دار برای تهیه فلز لیتیم که کاربردهای فراوانی در تهیه آلیاژهای سبک، انرژی هسته‌ای، تهیه ویتامین، صنایع شیمیایی و باتری دارد، استحصال می‌شوند.

کانی‌های بریلیوم‌دار

پگماتیت‌ها مهمترین منبع کانی‌های بریلیوم محسوب می‌شوند. ۹۰ درصد بریلیوم جهت تهیه آلیاژهای مقاوم و سخت بکار برده می‌شود. روسیه تولیدکننده بیش از ۷۰٪ بریلیوم جهان است و کشورهای برزیل و آرژانتین و زیمباوه و رواندا در مقام‌های بعدی قرار دارند. مهمترین کانی‌های پگماتیتی بریلیوم عبارتند از: بریل، بریلیونیت، برتراندیت و کریزوبریل.

میکاها

مهمترین میکای پگماتیتی مسکوویت یا میکای سفید است. این کانی از لحاظ مصرف در نوع صفحه ای و پولکی تولید می‌شود. میکای صفحه‌ای برای مصارف الکترونیک، اپتیک و عایق‌سازی حرارت و جریان الکتریسیته بکار برده می‌شود؛ اما میکای پولکی به عنوان پرکننده در سیمان، آسفالت، رنگ، تزئین بتون، تهیه گل حفاری می‌رود.

کانی‌های حاوی عناصر کمیاب

مصارف مهم عناصر کمیاب عبارتند است از: پالایش نفت‌خام، صنایع شیشه و سرامیک، صنعت تولید لامپ تصویر رنگی تلویزیون، تهیه آهنرباهای دائمی و نیروهای نوری و آلیاژها. مهمترین این کانی‌ها عبارتند از: مونازیت، زینوتایم، زیرکن، آلانیت و بایدلیت.

مهمترین منبع استحصال فلدسپاتهای آلکالن پگماتیت‌های بسیار عمیق می‌باشند. بیش از ۵۰ درصد آلکالی فلدسپانهای تولید شده، در صنایع شیشه به مصرف می‌رسند.

رده بندی کانسارها گرمابی:

لیندگرن کانسارهای گرمابی را بر اساس درجه حرارت و عمق تشکیل به کانسارهای اپی ترمال، مزوترمال، هیپوترمال تقسیم بندی کرده است.

کانسارهای اپی ترمال:

این کانسارها در شرایط حرارت کم (۵۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد) و فشار متوسط تشکیل می شوند. عمق این کانسار ها ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ متری است. بافت اصلی در این کانسارها پر کردن فضای خالی است. اگرچه در بعضی از این کانسارها بافت جانشینی نیز دیده می شود. حفرات بلورها، ساخت شانه ای و بافت کلوفرم از مهمترین خصوصیات کانسارهای اپی ترمال است.

کانسارهای اپی ترمال عمدتاً در نزدیکی مناطق آتشفشانی ترشیاری واقع شده اند. دگرسانی های اصلی در این کانسارها شامل: کلریتی، سریسیت، آلونیت، زئولیت، کانیهای رسی، آدولاریا و دگرسانی پروپیلیتک می باشد. کلریت و کانی های رسی از اختصاصات کانسارهای اپی ترمال است. کانسارهای مس کونیاوی، مس آندزیت کانسارهای آنتیمون، جیوه، طلا، نقره جزء این دسته از کانسارها می باشد.

کانسارهای مزوترمال:

کانسارهای مزوترمال در شرایط حرارت (۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد) و فشار متوسط شکل می گیرند. عمق شکل گیری این کانسارها ۱۲۰۰ تا ۴۵۰۰ متری است این کانسارها دارای صفات مشترک بین کانسارهای اپی ترمال و هیپوترمال هستند. بافت جانشینی بافت اصلی در این کانسارهاست و بافت پر کننده فضای خالی نیز اغلب دیده می شود. معمولاً کانسارهای افشان و پورفیری در این گروه جای می گیرند. محصولات اصلی کانسارهای مزوترمال مس، مولیبدن، نقره و طلا هستند و کانه ها در این کانسارها عبارتند از کالکوپیریت، انارژیت، بورنیت، تترائدریت، تنانتیت، گالن و اسفالریت می باشد. از نظر خاستگاه عامل تشکیل بسیاری از این کانسارها سنگهای آذرین می باشد. از کانسارهای این گروه می توان به کانسار مس بیوت (مونتانا)، کانسار سرب و روی کوردالن اشاره کرد.

کانسارهای هیپو ترمال:

کانسارهای هیپوترمال معرف شرایط حرارت و فشار زیاد هستند؛ و درجه حرارت تشکیل ۳۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتیگراد و عمق شکل گیری آنها ۳۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ متر است. بافت اصلی در این کانسارها جانشینی است و

پر شدن فضاهای خالی در آنها دیده نمی شود. باطله هـای اصـلی در ایـن کانسـارها تورمـالین، فلوگوپیـت، مسکویت، بیوتیت، توپاز و گارنت می باشد. دگرسانی اطراف این کانسارها شـامل آلبیتـی شـدن، تورمـالینی شدن و تشکیل روتیل است. بافت دانه درشت و نواری از دیگر بافتهای این گـروه از کانسـارها مـی باشـد. از کانسارهای این گروه می توان به کانسارهای طلای مورووِلو در برزیل، کانسار سـرب و روی بـروکن هیـل در استرالیا، کانسار قلع کرنوال اشاره کرد.

کانسارهای تله ترمال:

شخصی به نام گراتون یک گروه مشخص از کانسار ها را که از یک محلول تقریباً تهی، در عمق کم ته نشین می شوند را مشخص نمود و آنها را کانسارهای تله ترمال نامید. این گروه از کانسارها فاصله زیادی را از منبع اصلی خود طی کرد اند و مقدار زیادی از فشار خود را از دست داده انـد. حـودث دگرسـانی در اطـراف ایـن کانسارها ناچیز می باشد ... باطله های اصلی در این کانسارها شـامل، کلسـیت، دولومیـت، کـوارتز، باریـت و فلوریت می باشد. بافت پر کننده فضاهای خالی در این گروه از کانسارها امری عادی است. کانسارهای سرب و روی دره می‌سی‌سی‌پی مهمترین کانسارهای این گروه می باشند.

کانسارهای زینوترمال:

بادینگتون کانسارهایی را که در عمق کم ولی حرارت بالا تشکیل می شوند را کانسارهای زینوترمال نامید. در بیشتر این کانسارها مناطق کانه زایی همپوشانی دارند و حالت تلسـکوپی شـدن در ایـن گـروه از کانسـارها مشاهده می شود. به طور کلی برجای گذاشته شدن یکجا و در هم کانه هـا و همچنـین تلسـکوپی شـدن از صفات مشخصه کانسارهای زینوترمال است. مناسب ترین مکانهـا بـرای پیـدا کـردن ایـن کانسـارها منـاطق آتشفشانی و آتشفشانهای نهفته است. از کانسارهای این گروه می توان بـه کانسـار قلـع پوتوسـی در کشـور بولیوی اشاره کرد.

کانسارهای گرمابی (هیدروترمال)

کانسار پورفیری:

به کانساری گفته می شود که دارای تناژ بالا، عیار پایین، غیر همزاد و درونزاد باشد. این کانسارها در ارتباط با سیستمهای گرمابی موربوط به توده های نفوذی می باشند. یکی از مهمترین خصوصیات این کانسارها ساخت منطقه ای سولفیدی-سیلیکاتی است. کانسارهای پرفیری جزء کانسارهای مزوترمال رده بندی شده اند.

مهمترین کانسارهای پورفیری عبارتند از: مس پورفیری، مولیبدن پورفیری، تنگستن پورفیری، قلع پورفیری

مس پورفیری:

کانسارهای مس پورفیری در کمربندهای تکتونیکی زون فرورانش حاشیه قاره ها و جزایر قوسی کشف شده اند. اکثر ذخایر کشف شده متعلق به دوران سوم و دوم بوده اند. از جمله این ذخایر می توان کانسارهای چوکی کوماتی شیلی، یوتای آمریکا، بینگهام کانادا را نام برد.

کانسارهای مس پورفیری را بر اساس موقعیت تکتونیکی و سنگها همراه آن به دو گروه کانسارهای مس پورفیری نوع مونزونیتی و کانسارهای مس پورفیری نوع دیوریتی تقسیم می کنند.

کانسارهای مس پورفیری نوع مونزونیتی

کانسارهای مس پورفیری نوع مونزونیتی همراه با سنگهای مونزونیتی و گرانودیوریتی کالک آلکالن واقع در کمربندهای تکتونیکی زون فرورانش حاشیه قاره ها کشف شده اند. ماگمای کالک آلکالن که از ذوب بخشی پوسته‌ی اقیانوسی در زون فرورانش به وجود می آید، ضمن بالا آمدن به دلیل آغشتگی با سنگهای مسیر، تغییراتی در ترکیب شیمیایی آن ایجاد می شود. به همین دلیل مقدار سیلیس، عناصر آلکالی و مولیبدن کانسارهای مس پورفیری واقع در حاشیه قاره‌ها بیش از جزایر قوسی است، مقدار طلای کانسارهای جزایر قوسی بیشتر است. چهار زون آلتراسیون پتاسیک، پروپلیتیک، آرژیلیک و سرسیت در سیستم های مونزونیتی یافت می شوند که به مدل لوول و گیلبرت معروف است.

کانسارهای مس پورفیری نوع دیوریتی

این تیپ کانسارها در کمربندهای زون فرورانش جزایر قوسی همراه بـا سـنگهای دیـوریتی-تونـالیتی کالـک آلکالن دیده می شوند. به دلیل وجود اختلاف در ترکیب شیمیایی محلول ماگمایی نوع دیوریتی تغییراتی در زونهای دگرسانی و نوع کانه‌زایی دیده می‌شود. به دلیل پایین بودن مقدار سولفیدها، زون کوارتز- سریسیت- پیریت (دگرسانی فیلیک) در نوع دیوریتی تشکیل نمی‌شود. در سیستم نوع دیوریتی فقط دو زون پتاسیک و پروپلیتیک یافت می شوند و ذخیره در زون پتاسیک و پروپلیتیک قرار دارد. محصول فرعـی ایـن کانسـارها، طلا است در صورتیکه در نوع مونزونیتی محصول فرعی - مولیبدن است. عیار مس در نـوع دیـوریتی کمتـر است.

بررسی ایزوتوپهای پایدار نشان داد سیالاتی که دگرسانی پتاسیک را ایجاد می‌کنند منشاء ماگمایی داشـته و سیالاتی که دگرسانی فیلیک را ایجاد می کنند منشاء آبهای جوی دارند.

کانسارهای مولیبدن پورفیری

کانسارهای مولیبدن پورفیری دارای سنگ میزبان با بافت پورفیری، ذخیره ای با ابعـاد گسـترده و بـا بافـت پراکنده و استوک ورک مشخص است. این کانسارها مهمترین منبع مولیبدن دنیا را تشکیل می دهنـد و بـه دو نوع تقسیم می شوند:

۱- کانسارهای مولیبدن پورفیری نوع کلایمکس (مرتبط با کافت).

۲- کانسارهای مولیبدن پورفیری نوع مونزونیتی (مرتبط با مناطق فرورانش)

۱- کانسارهای مولیبدن پورفیری نوع کلایمکس

این کانسارها که به نوع (climax)یا غنی از فلوئور نیز معروف هستند، همزمان با سنگهای گرانیتی نـوع A تشکیل می گردند. موقعیت تکتونیکی آنها مناطق کششی (کافت ها) است. سن این تیپ کانسارها اواسط تـا اواخر ترشیاری است. در این کانسارها زون گریزان به خوبی توسعه یافته است. محصولات فرعی این کانسارها Sn, W, Re, U می باشد. از معادن مهم آن هندرسون، کلایمکس در آمریکا است.

۲- کانسارهای مولیبدن پورفیری نوع مونزوتیتی

این کانسارها در زون فرورانش حاشیه قاره ها گزارش شده اند و همراه با سنگهای کوارتزمونزونیتی یا گرانودیوریتی پورفیری آلکالن دیده می شوند. به شکل استوک و باتولیت هستند و قسمت اعظم ذخیره در زون پتاسیک مرکز سیستم و بخش محدودی از آنها در زون فیلیک و سیلیسی واقع است. اختلاف اساسی این نوع کانسار با نوع گرانیتی A در منشاء ماگما و ترکیب شیمیایی محلول های ماگمایی است که موجب تغییراتی در زون های دگرسانی می‌گردد. سن این کانسارها از مزوزوئیک تا ترشیاری است. زون گریزان دیده نمی شود. محصولات فرعی این کانسارها Cu, W, Au, Ag است.

کانسارهای تنگستن پورفیری:

در این کانسارها دگرسانی گرمابی همیشه حضور ندارد. این کانسارها همراه با سنگهای متنوعی (دیوریت تا گرانیت) دیده می شوند. توده های گرانیتی همراه با این کانسارها از نوع S می باشد. کانه سازی به صورت رگه ای در درون منطقه فیلیک قرار دارد.

کانسارهای قلع پورفیری:

گرانیت های قلع دار بیشتر با گرانیتهای سری S (خاستگاه پوسته ای) تعلق دارند. رژیم تکتونیکی این کانسارها تصادم دو قاره، ریفت های داخل قاره و زون فرورانش حاشیه قاره ها است.

تقسیم بندی کانسارهای قلع گرانیتی از نظر محیط تکتونیکی

۱- کانسارهای قلع زون تکتونیکی تصادم دو قاره

مهمترین کانسارهای قلع در مناطق تصادم دو قاره دیده می شود. این کانسارها از پرکامبرین تا اواخر دوران سوم تشکیل شده اند. گرانیت های قلع دار غنی از اکسیدهای Na_2O,k_2O,SiO_2 هستند. با بالا رفتن درصد این اکسیدها حلالیت قلع، تنگستن ومولیبدن در گرانیت ها افزایش می یابد. گرانیت های قلع از عناصر Pb,W,Th,U,REE,Y,Ga,Rb,Nb,Ta,Sn,Be,B,Li,F غنی هستند. کانسارهای قلع در زون تصادم دو قاره به انواع گرایزنی و رگه ای تقسیم می شوند.

۲- کانسارهای قلع واقع در کافت های بین قاره ای

این کانسارها در مراحل ابتدایی تشکیل ریفتی (مرحله گنبدی شدن) به همراه گرانیت های قلیایی (ناشی از ذوب پوسته قاره ای) بوجود می آیند. بهمراه آن علاوه بر قلع REE,Ta,Nb کشف شده اند. گرانیت های واقع در ریفت ها به گرانیت غیرکوهزایی نیز معروف است. ریفت‌های مهم حاوی قلع عبارتند از برزیل، نیجریه و میسوری آمریکا از ویژگیهای سنگ شناختی و شیمیایی این گرانیتها:

افزایش در عناصر Be,Y,Rb,Zr,REE,Th,U,Zn,Ta,Nb,Sn,W و F

کاهش در نسبت هایRb/Zr,Ba/Rb,K/Rb

افزایش در نسبتRb/Sr

کاسیتریت کانی اصلی وعلاوه بر آن مقدار جزیی ولفرامیت وکلمبیت تانتالیت فلئوریت و لیپدولیت از گروه میکا نیز یافت می شود. بافت ذخیره این کانسارها بطور عمده از نوع پراکنده است. بخش اعظم ذخیره در کنتاکت فوقانی توده های نفوذی واقع می شود.

۳- کانسارهای قلع واقع در زون فرو رانش حاشیه قاره ها

کانسارهای قلع واقع در زون فرورانش حاشیه قاره ها به کانسارهای قلع پورفیری معروف هستند. سنگهای همراه آنها عمدتاً از نوع گرانیت، ریولیت تا داسیت پورفیری کالکوآلکالن تا آلکالن است و در عمق کم تا نزدیک سطح زمین تشکیل می گردند. بافت برشی در این ذخایر فراوان است. بافت ذخیره این کانسارها از نوع پراکنده، رگه‌ای و مقدار محدودی برشی است کانه های این کانسارها عبارتند از: کاسیتریت، پیریت، کالکوپیریت، پیروتیت، استانیت، اسفالریت و آرسنوپیریت است.

کانسارهای ماسیو سولفید:

این کانسارها منبع اصلی مس، روی، سرب، نقره و طلا می باشند؛ و از نظر اهمیت اقتصادی بعد از کانسارهای مس پورفیری در موقعیت دوم قرار دارند. این کانسارها از آرکئن تا زمان حال در حال تشکیل می باشند. این کانسارها در محیطهای زیر دریایی، مناطق گسترش کف اقیانوسی (تیپ قبرسی) و جزایر

قوسی و حاشیه های قاره ای (کروکوی ژاپن) تشکیل می شوند. در حال حاضر این کانسارها در امتداد برجستگی شرق اقیانوس در حال تشکیل می باشند. این کانسارها دارای مورفولوژی خاصی می باشند بخش عدسی سولفید توده ای (۶۰٪ ذخیره) و زون استوک و ورک (۳۰٪ ذخیره) در این کانسارها دیده می شود. بخش استوک و ورک توسط فرآیند های آتشفشانی و بخش عدسی شکل تویط فرآیندهای رسوبگذاری ایجاد شده است به همین دلیل به این کانسارها کانسارهای بروندمی-رسوبی نیز می گویند.

یکی از مهمترین خصوصیات این کانسارها ساخت منطقه ای ژئوشیمیایی، کانی شناسی، بافتی و دگرسانی سنگهای دیواره است. به عنوان مثال نسبت کالکوپیریت به اسفالریت و گالن از مرکز منطقه دگرسانی به سمت خارج و بالا کاهش می یابد.

کانسارهایی که در مناطق فرورانش حاشیه قاره ها (کانسارهای تیپ کروکو) قرار دارند دارای کانه زایی Zn, Pb, Cu هستند. در حالیکه کانسارهایی که در محیطهای گسترش کف اقیانوس (کانسارهای تیپ قبرسی) تشکیل می شوند دارای کانه زایی Cu,Zn هستند.

از جمله ساخت هایی که در این کانسارها در ارتباط با کانه زایی تشکیل می شود می توان به بلک اسموکرها و وایت اسموکرها اشاره کرد.

بلک اسموکرها ساخت های لوله ای شکلی می باشند که از آنها دود های سیاه عمدتاً پیروتیت خارج می شود. در حالیکه در وایت اسموکرها ابری سفید رنگ حاوی باریت و سیلیکا و به مقدار فرعی پیریت می باشد. این لوله ها پس از تخریب به عنوان عاملی برای ته نشینی مواد سولفیدی عمل می کنند.

در کانسارهای سولفید توده ای، سولفید ها هم از طریق تجمع ذرات سولفیدی حاصل از سیال گرمابی و هم از طریق پرنمودن فضاهای خالی در درون تپه های سولفیدی و هم از طریق جانشینی تجمع می یابند.

در قسمتهایی که کانه زایی مس به صورت سولفیدی صورت گرفته سیالات گرمابی دارای دمای ۳۰۰ تا ۳۵۰ درجه سانتیگراد داشته و سنگ معدن زرد رنگ را ایجاد می کند. در حالیکه سیالاتی که دمای پایین تر دارند (۲۰۰ درجه سانتیگراد) سنگ معدن سیاه که دارای کانه زایی سرب و روی می باشد را ایجاد می

کنند. آبهایی که در کانسار سازی نوع قبرسی دخالت داشته منطبـق بـر آب اقیانوسـی اسـت در حالیکـه در کانسارهای نوع کروکو آبهای اقیانوسی نقش اصلی را دارند امـا مقـدار آب ماگمـایی و آب جـوی نیـز در آن دخالت داشته است

افزایش نسبت روی به مس در کانسارهای سولفید توده ای از مرکز به طرف خارج و بالا یکی از خصوصـیات مشخصه این کانسارهاست. علت به وجود آمدن مجموعه های عمدتاً مس‌دار در داخـل و عمـدتاً روی دار در خارج که توسط محلول های گوگرددار احیایی و اسیدی آبـدار ایجـاد شـده اسـت، نتیجـه حلالیـت نسـبی کالکوپیریت و اسفالریت که تابعی از درجه حرارت است می باشد.

مهمترین دگرسانی در کانسارهای سولفید توده ای دگرانی کلریتی و سریسیتی است.

در کانسارهای نوع کروکو دگرسانی کلریتی در مرکز که ماده معدنی نیز در ان قـرار دارد توسـط هالـه ای از دگرسانی سریسیتی احاطه می شود. درحالیکه در کانسارهای تیپ قبرسی زون کلریت در مرکز سیستم واقع شده و از اطراف به زون زئولیت و کربنات ختم می شود.

کانسارهای نوع اسکارنی:

به سنگهای اطلاق می شود که از سیلیکاتهای Mg, Fe, Ca تشکیل شده اند؛ و حاصل جانشینی Si, Al, Fe, Mg در سنگهای آهکی خالص و دولومیت تشکیل شده اند.

دگرسانی اصلی سنگهای دیواره شامل اسکارن، تاکتیت و مرمر است.

کانیهای فلزی اصلی شامل مگنتیت، اسپیکولاریت، گرافیت، طلا، کالکوپیریت، پیرتیت، شـئلیت، ولفرامیـت، گالن، اسفالریت، پیریت، مولیبدنیت، کاستریت می باشد.

کانسارهای اسکارن از پرکامبرین تا اواخر دوران سوم گزارش شده اند. مهمترین کانسارهای اسـکارن متعلـق به دوران دوم و سوم زمین شناسی است.

توالی پاراژنزی در این کانسارهای به صورت شیلیت، مگنتیت، کاسیتریت و سولفید های عناصر پایه است.

کانسارهای اسکارن را بر اساس نوع فلز تقسیم بندی می کنند. انواع اسکارنها با توجه به محیط تکتونیکی:

اسکارن های زون فرو رانش حاشیه قاره ها

اسکارن های تنگستن

این اسکارن ها در عمق ۵-۱۵ کیلومتری در مجاورت توده های گرانودیوریتی تا کوارتز مونزونیتی تشکیل می گردند و در دوران های اول و دوم زمین شناسی شناخته شده اند. نظیر کانسارهای تنگستن تاسمانیا (استرالیا) وکالیفرنیای آمریکا

در این اسکارن ها دو مرحله کانی سازی وجود دارد:

مرحله تشکیل کالک سیلیکات های بدون آب

مرحله تشکیل سیلیکاتهای آبدار که در آن محلولهای ماگمایی موجود دگرسانی کالک سیلیکاتها و در نتیجه سیلیکاتهای آبدار بوجود می آید. کانی سازی مس در این مرحله صورت می گیرد. اسکارن های تنگستن معمولاً با دگرسانی قهقرایی تشکیل می شوند.

اسکارن های تنگستن به دو گروه اسکارنهای احیایی و اسکارن های اکسیدان تقسیم بندی می شوند.

اسکاران های احیایی دارای کانی شناسی گارنت، پیروکسن و در اعماق زیاد تشکیل می شوند.

اسکارن های اکسیدان دارای کانی شناسی آندالوزیت، اپیدوت و در اعماق کم تشکیل می شوند.

اسکارن های مس پورفیری

این اسکارن ها در مجاورت توده های نفوذی کالکو آلکالن با سنگهای کربناته تشکیل شده اند و توده های نفوذی عمدتاً از نوع گرانودیوریت تا مونزونیت بوده ضمن تبلور در عمق کم، دارای بافت پورفیری نیز هستند. اسکارن های مس پورفیری عمدتاً از نوع کلسیک وبه ندرت منیزیم دار می باشند و کانیهای اصلی را آندارادیت و دیوپسید تشکیل می دهد. کانیهای اُپاک در تمامی مراحل تشکیل اسکارن و نیز در مرحله نابود سازی اسکارن ته نشین می شوند.

اسکارن های آهن نوع منیزیم دار

محلولهای ماگمایی غنی از آهن از ماگمای گرانودیوریتی-کوارتز مونزونیتی منشاء گرفته، ضمن نفوذ در سنگهای دولومیتی، منجر به تشکیل اسکارن آهن منیزیم دار می شود. بر خلاف اسکارن آهن نوع کلسیک، زون اندواسکارن در این گروه تشکیل نمی‌شود زیرا میزان منیزیم محلول‌های ماگمایی (گرانودیوریت، کوارتز مونزونیت) پائین است در عوض میزان آهن آنها بالاست. وقتی سنگ میزبان از منیزیم غنی باشد، محلول ها گرایش دارند که آهن خود را بداخل سنگ دولومیتی غنی از منیزیم تخلیه نمایند یعنی آهن وارد شبکه گارنت و پیروکسن شده و ذخیره مگنتیت تشکیل می شود

توالی کانی سازی از توده نفوذی بطرف خارج شامل دیوپسید، اسپینل، فورستریت، کلسیت است که در مرحله بعدی دگرسانی به تالک، سرپانتین و فلوگوپیت تبدیل می گردند.

اسکارن های زون فرو رانش جزایر قوسی

اسکارن های آهن جزایر قوسی

این نوع اسکارن های آهن از نوع کلسیک هستند و از محلول های غنی از آهن ماگماهای گابرویی-دیوریتی منشاءگرفته اند. نفوذ این محلول ها در سنگهای آهکی منجر به تشکیل اسکارن آهن نوع کلسیک می شوند. در این نوع اسکارن، زون اندواسکارن گسترده و وسیع است و در آن پدیده سدیم متاسوماتیزم به میزان قابل توجهی صورت گرفته است. ذخیره آهن در زون گارنت-پیروکسن و بخشی از آن در اندواسکارن متمرکز شده است.

اسکارن های سرب و روی

اسکارن های سرب و روی در زون فرورانش جزایر قوسی، حاشیه قاره ها و تصادم قاره ها تشکیل گردیده اند. این اسکارن ها اکثراً در بالای ذخایر مس پورفیری، مولیبدن پورفیری و یا قلع پورفیری در سنگهای کربناته تشکیل شده اند. پایداری کمپلکس های سرب و روی بیشتر از کمپلکس های مس، مولیبدن و قلع در محلول ماگمایی است، از این رو می توانند تا فاصله زیادتری از توده های نفوذی حمل گردند و سپس در شرایط مناسب بر جای گذاشته شوند. از خصوصیات مهم اسکارن های سرب و روی می توان به بالا بودن

درصد پیروکسن، تشکیل ذخیره در زون پیروکسن، بالا بودن مقدار منگنز و عدم ارتباط مستقیم اسکارن با توده های نفوذی اشاره کرد.

اسکارن های مولیبدن

این اسکارنها در مجاورت باتولیت یا استوک‌های گرانودیوریت-کوارتز مونزونیت با سنگهای کربناته تشکیل شده اند.

اسکارن های قلع

این اسکارن ها بطور عمده با گرانیت های نوع S در ارتباط هستند و شامل دو نوع کلسیک و منیزیم دار هستند.

در اسکارن های نوع کلسیک در مرحله ابتدائی کانیهای آندرادیت، ولاستونیت، ایدوکراز، بوراتها، تشکیل گردیده و در این مرحله قلع در داخل شبکه آندرادیت و بورات جایگزین شده و در مرحله بعدی محلولهای اسیدی موجب آزاد شدن بخشی از قلع و تشکیل کاسیتریت شده اند

اسکارنها در همه جا و در سنگها میزبان با هر سنی یافت می شوند. اگر چه اکثرا در واحدهای سنگی کربناته تشکیل می شوند، اما در بیشتر انواع سنگها شامل شیل، ماسه سنگ، گرانیت، بازالت نیز می توانند تشکیل شوند.

اسکارنوئید برای توصیف سنگهای کالک سیلیکاته نسبتا دانه ریز و فقیر از آهن به کار می رود که از نظر ژنتیکی حد واسط بین هورنفلس محض و اسکارن متاسوماتیکی دانه درشت می باشد.

مراحل تکامل اسکارن:

تکامل اسکارن به موازات جایگزینی و تبلور توده های نفوذی حادث می شود؛ که شامل

۱- دگرگونی مجاورتی (ایزوکمیکال) که همراه با جایگزینی ماگما صورت می گیرد. در این مرحله فقط زمینه سازی انجام می شود و دگرسانی تشکیل نمی شود

۲- مرحله تشکیل اسکارن (متاسوماتیزم): این مرحله همزمان با تبلور توده نفوذی صورت می گیرد. در این مرحله کانی سازی همزمان (اسکارن منیزیومی و کلسیمی) و کانسار سازی همراه شامل مگنتیت و سولفیدها صورت می گیرد. مهمترین دگرسانی در توده نفوذی در این مرحله دگرسانی پتاسیک است.

۳- مرحله دگرسانی قهقرایی و ته نشینی کانیهای سولفیدی: این مرحله در مراحل آخر تبلور توده نفوذی صورت می گیرد. در این مرحله کانیهای اسکارن به کانیهای آبدار تبدیل می شوند. در این مرحله «کانی سازی تاثیری و تشکیل کانیهای سولفیدی» صورت می گیرد. مهمترین دگرسانی در توده نفوذی در این مرحله دگرسانی فیلیک است.

* اسکارن های همراه با دیوریت های جزایر قوسی بیشتر کانیهای آهن دارند.

* اسکارن های همراه با گرانودیوریت و کوارتز مونزونیت های حاشیه قاره ها در کمربندهای کوهزایی اکثراً دارای کانه های تنگستن، مس، روی و سرب هستند.

* اسکارن های همراه با گرانیتهای متعاقب حرکات کوهزایی معمولاً قلع و تنگستن دارند.

کانسارهای دگرگونی:

واژه دگرگونی با مفهوم سنتی آن عبارت است از انطباق کانیائی، بافتی و ساختی سنگها نسبت به فشار و درجه حرارت حاکم.

نقش برخی فرآیندهای دگرگونی که می توانند باعث کانسارسازی شوند عبارتند از:

۱- تراوش جانبی

۲- صعود سیالات حاوی مواد معدنی درامتداد مناطق برش و ته نشین مواد معدنی درامتداد این مناطق

۳- صعود سیالات حاوی فلزات پایه حاصل از دگرگونی تدفینی و تشکیل کانسارسازی سولفیدی در لایه های فوقانی از طریق جانشینی.

۱) تراوش جانبی: انتقال مواد از دیواره های رگه به درون رگه را تراوش جانبی گویند: البته باید توجه داشت که رفتار عناصر در شرایط مختلف متفاوت است (مثال: طلای موته نزدیک دلیجان و طلای یلونایف گلدفیلد در شمال غرب کانادا)

۲) صعود سیالات دگرگونی حاوی مواد معدنی در امتداد مناطق برش و ته نشین مواد معدنی در امتداد این مناطق.

تفاوت این نحوه تشکیل با تراوش جانبی آن است که در تراوش جانبی مواد معدنی از سنگهای دیواره مجاور رگه منشاء می گیرند در حالیکه در اینجا ماده معدنی دارای منشاء عمقی است.

۳) صعود سیالات حاوی فلزات پایه حاصل از دگرگونی تدفینی است و تشکیل کانسارسازی سولفیدی در لایه های فوقانی از طریق جانشینی به طور مثال: اگر یک واحد از مواد آذر آوازی در زیر واحدهایی از سنگهای رسوبی حاوی سولفید آهن قرار گیرد، براساس مطالعه آتشفشانهای جدید مشخص شده است که واحد آذر آواری زیرین حاوی مقادیری از کلرورهای فلزات سنگین است که در درون حفرات و شکستگی های توف و برش قرار دارد. بیشتر این مواد به صورت محلول در خلل و فرج سنگها قرار دارد.

با افزایش ضخامت لایه های بالایی و ایجاد فشردگی، سیالات از خلل و فرج سنگها بیرون آمده و به طرف بالا حرکت می نمایند.

ضمن صعود، بیشتر کلرورهای فلزی پراکنده می شود، با تشکیل مقداری از آن با عدسی‌های حاوی سولفید آهن مواجه می شود و فلزاتی نظیر مس، سرب و روی جانشین آهن می شوند و لذا به صورت سولفید ته نشین می گردند و بدین ترتیب کانسار پیریتی فلزات پایه تشکیل می شود.

کانسارهای دگرگونی مربوط به بعضی از کانیهای صنعتی:

این کانسارها در اثر تبلور دوباره و تجمع و بوجود آمدن نظمی جدید در سنگهای اولیه حاصل می شوند. در ضمن تشکیل این کانسارها، مواد خارجی به سنگ وارد و ازآن خارج نمی شوند. کانسارهای آزبست متعلق به

رخساره شیست سبز، کیانیت و سیلیمانیت و گرافیت متعلق به رخساره آمفیبولیت تا گرانولیت، روتیل هم متعلق به رخساره اکلوژیت می باشد.

کانسارهای سرب و روی:

این کانسارها به دو گروه استراتی فرم و استراتی باند تقسیم می شوند و از پرکامبرین تا عهد حاضر تشکیل می شوند.

کانسارهای سرب و روی نوع سین ژنتیک:

سنگ میزبان و ماده معدنی بطور همزمان تشکیل شده اند. این کانسارها در شیلها تشکیل شده اند. این کانسارها به نوع سدکس معرف می باشند؛ و حدود ۵۰٪ سرب و روی دنیا از این نوع کانسارها برداشت می شود. میزان مس در این کانسارها پایین می باشد. این ذخایر در حاشیه حوضه های تکتونیکی محصور در مجموعه های حوضه های بزرگ درون قاره ای تشکیل می شوند. کانی شناسی ذخیره شامل پیریت، پیروتیت، اسفالریت، گالن و به مقدار کمتر کالکوپیریت است.

کانسارهای سرب و روی نوع اپی‌ژنتیک:

سنگ میزبان این کانسارها سنگهای کربناته می باشند؛ و کانه زایی بعد از نهشت سنگ میزبان به وجود آمده است. مهمترین این کانسارها شامل ۱- کانسارهای نوع ایرلندی، ۲- کانسارهای نوع می‌سی‌پی، ۳- کانسارهای نوع جانشینی در سنگهای کربناته

کانسارهای سرب و روی نوع ایرلندی:

این کانسارها در محیطهای دریایی کم عمق و توسط زون های گسلی بخش حاشیه حوضه به همراه مجموعه ای از سنگهای کربناته یافت می شود. کانی سازی توسط زون های گسلی کنترل می شود. ذخیره حالت توده ای و بعضاً لایه‌ای دارد و به صورت استراتی باند دیده می شود. مهمترین آلتراسیون در برگیرنده کانسار دولومیتی شدن می باشد.

کانسارهای سرب و روی نوع می‌سی‌سی‌پی:

این کانسارها از نوع اپی ژنتیک هستند. محلولهای گرمابی با دمای پایین (۱۰۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد) موجب کانه زایی در سنگهای کربناته شده است. در این ذخایر ماده معدنی شامل گالن و اسفالریت و کانیهای باطله شامل باریت و فلوریت است. کانی سازی عمدتاً فضاهای خالی داخل سنگهای کربناته را پر و سیمان می کند. این کانسارها با توده های نفوذی همراه نیستند لذا سیالات مولد آنها دارای منشاء ماگمایی نیست. شوری و درجه حرارت سیالات کانه ساز در کانسارهای نوع دره می‌سی‌سی‌پی مشابه شورابه های نفتی امروزی است. شیل ها به عنوان مهمترین منبع تامین کننده فلزات در کانسارهای سرب و روی با سنگ میزبان کربناته محسوب می شود. در این کانسارها فلزات توسط کمپلکس های آلی و کلروری انتقال می یابند. مهمترین رهیاب اکتشافی برای این کانسارها شامل:

۱- توالی های کربناته در حاشیه حوضه های عمیق و بزرگ می باشد
۲- حضور توالی های دولومیتی شده
۳- حضور دگرشیبی و کارست در درون توالی های کربناته فوق
۴- حضور گسل های عمیق برای هدایت سیالات به درون سنگهای کربناته

کانسارهای تیپ دره می‌سی‌سی‌پی از لحاظ بعضی از خصوصیات با کانسارهای رسوبی-متصاعدی قابل مقایسه می باشد.

کانسارهای نوع جانشینی در سنگهای کربناته:

این کانسارها در سنگهای کربناته که توسط توده های نفوذی حدواسط تا اسید قطع شده اند یافت می شوند؛ و در ارتباط با کانسارهای نوع پورفیری می باشند. آلتراسیون اصلی این کانسارها دولومیتی و سیلیسی شدن است.

کانسارهای رسوبی

کانسارهای رسوبی با توجه به شرایط رسوبگذاری به دو صورت رده بندی می شوند.

الف –رده بندی برحسب نوع رسوبگذاری (شیمیایی و تجمع مکانیکی)

ب – رده بندی برحسب ترکیب شیمیایی یا کانی شناسی کانسار

کانسارهای حاصل از رسوبگذاری شیمیایی:

گروهی از فلزات که به کمک عوامل شیمیایی یا بیوشیمیایی ته نشین می شوند که از آن جمله می توان کانسارهای لایه ای مس–روی–سرب کوپر شیفر (شیل مس دار) را نام برد. ذخایر کم عیار اورانیوم و عناصر نادر بخصوص گروهی که با شیلهای تشکیل شده در دریاها و فسفریت ها همراه اند، نتیجه فرآیند رسوب گذاری شیمیایی تصور شده اند. رسوبگذاری شیمیایی به وسیله عوامل کنترل کننده ای که از اهم آنها می توان وجود یونهای مناسب، PH و Eh محیط را نام برد.

پتانسیل اکسیداسیون و احیاء نیز به مقدار اکسیژن محلول در آب بستگی دارد که معمولاً تابعی از عمق و فاصله محیط رسوبگذاری تا ساحل است. وجود سولفیدها در رخساره های شیلی کربناتی مربوط به حوضه های رسوبی، تأییدی برعمل موجودات زنده و فعالیتهای حیاتی است. البته رخساره های اکسیدی، کربناتی و سیلیکاتی نشانه نبود فعالیت موجودات زنده هستند و از کانسارهای فلزی که به روش رسوبی شیمیایی تشکیل می شوند، می توان کانسارهای آهن، منگنز، اوارنیوم و فلزات پایه را نام برد.

کانسار های اورانیوم.

در محیطهای گرمابی تا رسوبی تشکیل می شوند. کانسارهای رسوبی اورانیوم که غالباً لایه ای هستند، معمولاً به کمک گردش آبهای زیرزمینی غنی می شوند. یکی از کانسارهای بزرگ اورانیوم کانسارهای اورانیوم – واناديوم فلات کلرادوی آمریکا است.

در فرآیند تشکیل کانیهای مختلف از ماگما، اورانیوم به دلیل داشتن شعاع یونی بزرگ، در مراحل اولیه تبلور ماگما، نمی‌تواند وارد شبکه بلوری هیچ یک از کانیها شود و در نتیجه تا مراحل آخرتبلور ماگما باقی می‌ماند، بنابراین اورانیوم بیشتر در سنگهای اسیدی متمرکز می‌شود، فراوانی اورانیوم در کانیهایی مثل زیرکن، مونازیت، زینوتیوم حداکثر و در الیوین حداقل ممکن است.

اورانینیت و پیچبلند، مهمترین کانیهای محیط احیایی هستند. کارنوتیت، مهمترین کانی محیط اکسیدان است.

از بین سنگهای آذرین گرانیت ها، گرانودیوریت ها و دیوریت ها و از بین سنگهای رسوبی شیل های ارگانیکی، ماسه سنگها و کربنات ها دارای بیشترین مقدرا اورانیوم می باشند.

کانسارهای اورانیوم همراه با رسوبات آواری پرکامبرین

کانسارهای اورانیوم موجود در کنگلومرا که به نوع پلاسر نیز معروفند. این کانسارها در اواخر آرکئن و اوایل پروتوزوئیک در محدوده زمانی ۲/۲ تا ۲/۷۵ میلیارد سال تشکیل شده که نفوذ توده های گرانیتی در آرکئن، ضخامت پوسته قاره ای افزایش یافته وحوضه های رسوبی بین قاره ای تشکیل می شود، این نوع کانه زایی اورانیوم مربوط به زمانی است که اتمسفر اولیه زمین ترکیبی احیای داشته و گازهای CH_4,CO و CO_2 اجزای اصلی تشکیل دهنده اتمسفر اولیه زمین بوده است. در این شرایط احیای اورانیوم نمی تواند به طریقه شیمیایی تشکیل شود، بلکه از طریق آواری حمل می شود؛ بنابراین کانی اورانیت (UO_2) و پیریت بصورت آواری حمل و همراه با کنگلومرا تشکیل رسوب می کنند. اجزای تشکیل دهنده کنگلومرای حاوی اورانیوم دارای جور شدگی مناسب است. قطعات کوارتز در داخل این کنگلومرا فراوان یافت می‌شود و عیار اورانیوم، در جایی که قطعات کوارتز فراوان هستند، بالاست. از ویژگیهای این کنگلومرا، بالا بودن مقدار پیریت (۱۰ تا ۳۰ درصد)، وجود زیرکن و مونازیت را می‌توان نام برد.

کانسارهای اورانیوم نوع گنگلومرایی قدیمیترین کانسار های اورانیوم کشف شده محسوب می‌شوند؛ و عمدتا در سپرهای پرکامبرین (مناطق آرام تکتونیکی) آفریقای جنوبی کانادا، استرالیا، برزیل، هندوستان و امریکا کشف شده‌اند. مهمترین کانسارهای پلاسر در افریقای جنوبی و کانادا واقع شده‌اند.

از اوایل پروتوزوئیک پوسته قاره ای توسعه زیادی یافته و برای نخستین بار اکسیژن آزاد در اتمسفر و آب بوجود می آید که موجب اکسید شدن CH_4 و CO شده و در نتیجه سنگهای کربناته تشکیل شده اند.

کانی سازی اورانیوم از این زمان به بعد از نوع رسوبی شیمیایی است. اورانیوم در این مرحله بصورت محلـول حمل و سپس در شرایط احیایی بر جای گذاشته می شود.

کانسارهای اورانیوم در ماسه سنگها

این کانسار مهمترین ذخایر اورانیوم دنیا را تشکیل می دهد. حدود ۴۵ درصد ذخـایر اورانیـوم کشـف شـده کشورهای غربی و ۹۵ درصد اورانیوم امریکا از نوع ماسه سنگ است این نوع ذخایر از نـوع کانسـارهای اپـی ژنتیک می باشد یعنی آنکه بعد از ته نشینی سنگهای رسوبی میزبان شان تشکیل شده اند. در این کانسـارها علاوه بر اورانیوم فلزات وانادیوم، مس، نقره، سلنیوم و مولیبدن وجود دارد.

کانسارهای اورانیوم نوع ماسه سنگی به سه گروه

۱- گروه رول فرونت (Roll front)

۲- گروه پوششی یا همساز

۳- استک یا تکتولیتولوژیک شکل در ارتباط با شکستگی های تکتونیکی

سنگ میزبان، کانسارهای گروه رول فرونت رسوبات نهرهای قدیمی از نوع ماسه سنگ، آرکوز و یا گنگلومرای نفوذ پذیر می باشد که در محیط رودخانه یا حوضچه‌های کم عمق تشکیل شده‌اند. شرایط آب و هوایی گرم تا بسیار گرم و مرطوب می باشد و گیاهان زیادی در مناطق رسوب گذاری رشد کرده، با افزایش مواد آلی در درون رسوبات و تجزیه مواد آلی محیطی احیایی ایجاد مـی شـود. قطعـات ایـن ماسـه سـنگها از هـوازدگی سنگهای گرانیتی به وجود آمده اند (که غنی از اورانیوم می باشند) در ضمن هوازدگی گرانیـت اورانیـوم بـه صورت U^{+6} از سنگ خارج شده و در محیط های احیایی به صورت U^{+4} ته نشین می شود.

کانسارهای گروه رول فرونت از یک لایه ماسه سنگی محصور بین دو لایه نفوذ ناپذیر تشـکیل شـده انـد. در این ذخیره یک بخش اکسیدان و یک بخش احیاءکننده دیده می شود. در زون احیاء کننده سولفیدها و مواد آلی قرار دارند و ذخیره اورانیوم در این زون متمرکز می شود. اکسیدهای آهن از جمله هماتیـت دیـده مـی شود.

با نفوذ تدریجی آبهای غنی از اکسیژن به محیط احیائی، منطقه نامنظم زبانه ای شکل از سنگهای اکسید شده شکل می گیرد. سطح تماس یا مرز اکسیداسیون –احیاء بین سنگهای اکسید شده و احیاء شده در نیمرخ عرضی بشکل پوششی هلالی شکل است که لبه جلوی آن لایه سنگ میزبان را قطع می کند و بطرف پائین شیب، ناحیه احیاء شده ای وجود دارد که هنوز حاوی دی سولفیدهای آهن درجا است. ناحیه احیاء شده عموماً خاکستری رنگ است در حالیکه ناحیه اکسید شده به خاطر تشکیل لیمونیت و هماتیت به وسیله دگرسانی سولفیدها، برنگ زرد خرمائی یا نارنجی یا قرمز مشاهده می شود. اورانیوم در مواجهه با شرایط احیاء، به اورانیوم ۴ ظرفیتی محلول، احیاء و نهشته می شود. عبور مداوم یا متناوب آبهای زیرزمینی اکسیژن دار منجر به انحلال و رسوبگذاری مجدد و متناوب اورانیوم و جابجایی سطح تماس اکسیداسیون– احیاء به سمت پائین در امتداد پارینه شیب (paleoslope) می گردد. این فرآیند می تواند منجر به تجمعی پرعیار از یک کانسنگ در یالهای نزدیک به لبه مقعر آن و گسترش کمتر در سنگهای احیاء شده نزدیک به یالهای بالایی و پائینی رول شود. احیاء با اکسیداسیون بعدی لایه های معدنی ممکن است شکل وکانی شناسی توده های معدنی اولیه را تغییر داده و روابط اکسیداسیون احیاء اولیه را نهان سازد.

کانسارهای آهن:

اکثراً کانسارهای آهن رسوبی مستیقماً حاصل از رسوبگذاری هستند و از مهمترین آنها نوع لایه لایه ای پراهمیت است.

کانسارهای آهن لایه لایه ای:

کانسارهای آهن لایه لایه ای که سازند آهن (Iron formation) نیز نامیده می شوند، تشکیل دهنده منابع عظیم آهن در دنیا هستند. این نوع کانسارها در سپرها (اکثراً پرکامبرین) دنیا یافت شده اند، علاوه بر کانسارهای لایه لایه ای آهن، کانسارهای اُالیتی و آهن مردابی نیز دارای خاستگاه رسوبی هستند که نوع آهن مردابی به روش بیوشیمیایی همراه با ناخالصی‌های فسفر و رس تشکیل می شوند. از این گروه می توان

به کانسارهای آهن نوع آلگوما و سوپریور اشاره کرد. ۹۰ درصد ذخایر شناخته شده دنیا از نوع لایـه لایـه ای است و از این میان نوع سوپریور ۶۵٪ و نوع آلگوما ۲۵٪ را به خود اختصاص داده اند.

نوع سوپریور:

بزرگترین ذخایر آهن رسوبی به شمار می رود. در محدوده زمانی ۲,۵ تا ۱,۸ میلیارد سال تشکیل شده اند و در آنها چهار زون اکسید- کربنات- سولفید محدود و چرت گسترش یافته است. محیط تکتونیکی آنها بخش پایدار فلات قاره ای است؛ و دارای آنومالی Mn نیز هستند.

نوع آلگوما:

عمدتاً آرکئن می باشند و در آنها چهار زون اکسید- کربنات- سولفید و چرت به خوبی توسـعه یافتـه اسـت. محیط تکتونیکی آنها زون فرورانش حاشیه قاره هاست و دارای آنومالی هـایی از Cu, Zn, Ni مـی باشـند. این گونه ذخایر در حاشیه و یا با فاصله از ذخایر ماسیو سولفید دیده می شوند. میزان Al, P در نوع آلگومـا بیشتر از نوع سوپریور می باشد. همچنین کانسارهای طلای آرکئن در مواردی همراه با کانسارهای آهن نـوع آلگوما است.

کانسارهای آهن رسوبی نوع سنگ آهنی

این کانسارها بر اساس موقعیت بـه دو گـروه کلینتـون (سـن سـیلورین، آمریکـای شـمالی) و مینـت (سـن ژوراسیک، فرانسه و بریتانیا) تقسیم بندی شده اند. این کانسار ها در محدوده زمانی فانروزوئیک تشکیل شده اند.

شرایط مهم برای تشکیل این کانسارها

۱-عمق کم

۲-دمای بالا

۳-شرایط پیشروی آب دریا و با میزان کم پسروی

کانسارهای منگنز:

قسمت اعظم منگنز دنیا از کانسارهای رسوبی منگنز بدست می آید. کانسارهای رسوبی آن دو دسته تقسیم می شوند. ۱- کانسارهای رسوبی. ۲- کانسارهای رسوبی آتشفشانی

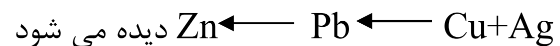
بیشترین میزان منگنز در سنگهای آذرین مربوط به سنگهای مافیکی است و در سنگهای رسوبی حداکثر منگنز را در رسوبات عمیق دریایی گزارش کرده اند. محدوده پایداری منگنز نسبت به آهن در محیط های اکسیدان بیشتر است؛ بنابراین در ابتدا آهن اکسید شده و ته نشست پیدا می کند و سپس با فاصله از آهن کانیهای اکسیدی منگنز ته نشین پیدا می کنند. به عنوان مثال در رسوباتی که در بالای کانسارهای سولفید توده ای واقع شده اند آهن در بالای کانسار است در حالیکه منگنز در حاشیه آن تشکیل می شود. حدود ۷۵٪ از منگنز دنیا در شوروی سابق کشف شده است. کانسار نیکوپل در شوروی بزرگترین کانسار منگنز رسوبی دنیا است. بزرگترین منابع منگنز به صورت نودول در رسوبات عهد حاضر اقیانوس ها قرار دارد.

نودولهای منگنز همچنین منابع مهمی برای فلزات Co, Ni, Cu نیز محسوب می شوند.

کانسارهای رسوبی فلزات پایه: (Sn و Ag و Cu و Zn و Pb)

درتشکیل این گونه کانسارها ممکن است تجزیه و مواد آلی، عمل باکتریها و یا محیطهای استثنایی احیاء کننده دخالت داشته باشند. معمولاً شرایط ته نشینی رسوبات آواری، برای تشکیل این نوع کانسارها مناسب نیستند. یکی از کانسارهای رسوبی شناخته شده فلزات پایه در دنیا، ذخیره معروف کوپرشیفراست که در شیلهای بیتومینی آهکی قرارگرفته است. تشکیل این نوع ذخیره، نتیجه عمل جذب یونها به وسیله مواد آلی و ته نشین شدن تدریجی آنهاست مهمترین محصول کانسار کوپرشیفر، مس است که برای آن خاستگاه همزادی (سین ژنتیک) پیشنهاد شده است و همچنین خاستگاه گوگرد لازم برای تشکیل سولفیدها، آلی در نظرگرفته شده است این کانسار از نظر زمانی و مکانی دارای گسترش وسیعی هستند (عمدتاً در موقعیت درون قاره‌ای) و از پروتروزوئیک تا ترشیاری تشکیل گردیده‌اند. کانسارهای رسوبی شیمیایی مس (مانند کمربند مس زامبیا) از لحاظ تولید مس بعد از کانسارهای مس پورفیری قرار دارد و مهمترین منبع تولید

کننده کبالت دنیا نیز محسوب می شوند. در این کانسارها از حاشیه به طرف داخل حوضه یک ساخت منطقه ای که شامل


دیده می شود

تجمع مکانیکی (پلاسر):

کانسارهای پلاسر عمدتاً خالص بخصوص طلا، پلاتین و کانیهای سنگین از قبیل زیرکن، مونازیت، کاسیتریت تشکیل می دهند البته به غیر از سینابر. عامل اصلی تجمع کانیها را در درجه اول وزن مخصوص، سپس مقاومت شیمیایی در مقابل هوازدگی و بالاخره سختی فیزیکی است اکثر کانسارهای پلاسر به صرفه اقتصادی مربوط به سنوزوئیک هستند. استرالیا، آفریقای جنوبی و آمریکا مهمترین تولید کننده‌های کانیهای سنگین در دنیا می باشند. منشاءکانیهای اقتصادی پلاسر با توجه به سنگ منشاء متفاوت است به عنوان مثال:

سنگهای فرابازی و بازی ← پلاتین

سنگهای گرانیتوئیدی و پگماتیت ها ← کاستریت، مونازیت، زیرکن، روتیل و طلا

اسکارن ها ← شیلیت، روتیل و کرندوم

کیمبرلیت ها ← الماس

کربناتیت ها ← روتیل، ایلمنیت، مگنتیت، کانیهای حاوی عناصر نادر خاکی

کانسارهای رسوبی فسفات دار:

مهمترین منبع فسفات دنیا کانسارهای رسوبی آن می باشد که حدود ۸۵٪ فسفات دنیا را به خود اختصاص می دهد و ۱۵٪ باقی مانده از کانسارهای اذرین بدست می آید. فسفات ها و فسفریت ها مهمترین کانیهای فسفات های رسوبی هستند.

فسفریتها شامل پلت ها و گوانو هستند. این نوع از کانسارها از پرکامبرین تا عهد حاضر گزارش شده اند. بیشتر فسفریت های کشف شده در محدوده عرض کم جغرافیایی تشکیل شده اند. شکل گیری این تیپ از کانسارها در شرایط زیر می باشد.

۱-ورود کم قطعات تخریبی به محیط رسوبگذاری

۲-شرع ریفت درون قاره ای در عرض جغرافیایی کم

۳- توسعه رسوبات تبخیری در حوضه ریفت درون قاره ای

۴- جدایی دو پوسته و تشکیل دریای آزاد

۵- جریانهای دریای از شرق به غرب که به تشکیل فسفریت می انجامد.

منشاء فسفات از سنگهای آذرین غنی از آپاتیت به ویژه سنگهای آذرین آلکالن و کربناتیت است. این سنگها در ریفت های داخل قاره ای یافت می شوند.

کانسارهای تبخیری:

این کانسارها جزء کانسارهای رسوبی شیمیایی می باشند؛ که در محیط های دریایی و دریاچه ای تشکیل می‌شوند. تبخیری های دریاچه‌ای حاوی موادی هستند که بخشی از آنها از تبخیر آبهایی که منشاء آتشفشانی است حاصل شده اند لذا دارای تنوع کانی شناسی بیشتری می باشند. در کشورهای جهان سوم نمک طعام از حوضه های کم عمقی که در حاشیه دریا قرار دارند تشکیل می شود.

*ترتیب ته نشینی کانیهای تبخیری عبارت است از:

کربنات ها، سولفات های کلسیم، نمک طعام، سولفات های سدیم و منیزیوم، نمک های پتاسیم

رطوبت نسبی بر روی تشکیل نوع کانیهای تبخیری موثر است. به عنوان مثال برای ته نشینی نمک طعام از شورابه ها میزان رطوبت نسبی می بایستی کمتر از ۷۶٪ باشد و برای ته نشینی املاح پتاسیم رطوبت نسبی می بایست کمتر از ۶۷٪ باشد.

ذخایر حاصل از فرآیندهای هوازدگی

الف – تمرکز مواد برجای مانده:

این گونه ذخایر نتیجه برجای ماندن ماده معدنی، شسته شدن و خروج کانیها و سنگهای باطله از محیط بـه کمک عوامل فرسایشی است. موادی که ممکن است در حین شرایطی تشکیل ذخیـره اقتصـادی را بدهنـد، عبارتند از: بوکسیت، رس ها.

بوکسیت:

بوکسیت سنگ معدن اصلی آلومینیوم است و ذخایر آن معمولاً درسطح یا در اعماق کم متمرکز مـی شـود. بوکسیت قبلاً به کانی اکسید آلومینیوم آبدار با فرمول $2H_2O$ و Al_2O_3 اتـلاق مـی شـد، ولـی اکنـون بـه مجموعه ای از اکسیدهای آلومینیوم آبدار با نسبتهای متفاوت آلومینیوم گفته می شود. در این ماده معمـولاً کانی های ژیبسیت، بوهمیت و دیاسپور با نسبتهای مختلف وجود دارند. کانی شناسی بوکسیت بـه سـن آن بستگی دارد، کانسارهای بوکسیتی جوان ژیپسیتی و با افزایش سن ژیپسیت به بوهمیـت و دیاسـپور تبـدیل می شود. اکثر بوکسیت ها دارای سن مزوزوئیک می باشند. بوکیست در شرایط خاص هوازدگی که مخصوص مناطق حاره و معتدل گرم است شکل می گیرد. شرایط تشکیل بوکیست در زیر ذکر شده است.

۱- وجود آب و هوای گرم و معتدل

۲- وجود سنگهایی که سینیت نفلین دار، گروهی از رسها، شیلیهای رسی و باز است نام برده شده است.

۳- Eh و PH مناسب

۴- مناطق باشیب کم، یا سطوح فرسایشی موجی و دگرشیبی هایی با شیب ملایم

۵- زمان لازم برای تشکیل کانسار

عمده ترین مصرف بوکسیت برای تولید آلومینیوم است به علاوه از این ماده درصنایع کاشـی، سـفال سـازی ساینده ها، آجرهای نسوز و سیمان هم استفاده می شود.

لاتریت ها:

لاتریت های غنی از آهن از سنگهای بازی و فرابازی حاصل می شوند. بعضی از این لاتریت ها غنی از کبالت و نیکل می باشند.

لاتریت های نیکل دار:

لاتریت های نیکل دار در نتیجه هوازدگی سنگهایی نظیر پریدوتیت و سرپانتینیت در مناطق استوایی حاصل می شوند. گارنیریت مهمترین کانی ثانویه نیکل دار است.

هوازدگی:

درحین هوازدگی غالباً سولفیدها به سولفاتها تبدیل می شوند و از نظر شیمیایی از حالت غیر محلولی به صورت محلول در می آیند؛ بنابراین کم عیار شدن و گاهی مستهلک شدن کانسارهای سولفیدی در نتیجه فرآیند هوازدگی بعید نیست و همچنین کانیها بر اثر اکسیژن و گاز کربنیک آبهای جوی اکسیده، کربناتی و آبدار می شوند.

تحرک یونهای فلزی در فرآیند هوازدگی به مقدار زیاد تابع ترکیب آبهای نفوذکننده و سنگهای درونگیراست

کانسارهای غنی شده سوپرژن

درکانساهای غنی شده سوپرژن سه قسمت مهم عبارت است از: منطقه اکسید شده، منطقه غنی سازی شده سوپرژن، بخش باقیمانده غنی سازی سوپرژن در تجمع ذرات فلزی پراکنده نقش موثری دارد.

عوامل موثر در غنی سازی سوپرژن: سرعت فرسایشی، میزان اکسیدشدن، سرعت حرکت آب، عمق سفره آبهای زیرزمینی، Eh و PH محیط و وجود تشکیل دهنده های شیمیایی.

حلالیت و ته نشینی سولفید ها در سری شرمن قابل توضیح می باشد. در این سری عناصری که در بالای جدول قرار گرفته اند، میل ترکیبی آنها نسبت به گوگرد، بیشتر و حلالیت آنها کمتر از عناصری است که در پایین جدول قرار گرفته اند. بهترین محیط برای شکل گیری کانسارهای سوپرژن وضعیت آب و هوای خشک استوایی است. دگرسانی فیلیک که دارای مقدار بالایی سولفید (پیریت) است عامل موثری برای شکل‌گیری

زون سوپرژن محسوب می شود. کالکوسیت دوده ای شکل مهمترین کانی ثانویه مس در زون سوپرژن می باشد.

کانه زایی و تکتونیک

پراکندگی کانسارها در محیط های تکتونیکی به صورت تصادفی نیستند بلکه در ارتباط با ماگماتیسم و سیالات جدا شده از ماگماها و نوع محیطی که در آن شکل می گیرند بستگی دارد. کانه زایی در محیط های مختلف زیر را مورد بحث قرار می دهیم:

الف) حاشیه های مخرب:

ماگماتیزم از زون فرورانش به سمت داخل قاره شامل سری تولئیتی، کالکوآلکالن و آلکالن می باشد.

ذخایر همراه با سنگهای تولئیتی: ذخایر Fe و Au, Cu در شیلی و پرو

ذخایر همراه با سنگهای کالکوآلکالن: کانسارهای مس، مولیبدن، تنگستن و قلع پورفیری، کانسارهای اسکارن، کانساهای ماسیوسولفید نوع کروکو،

ذخایر همراه با سنگهای آلکالن: ذخایر مولیبدن پورفیری نوع کلایمکس، ذخایر اورانیوم،

افیولیتها: ذخایر کرومیت نوع انبانه ای، ماسیوسولفید نوع قبرسی

ب) کانسارهای همراه با رژیم تکتونیکی مخرب تصادم دو قاره: در این زون، ماگماتیسم به طور عمده اسیدی و از سری آلکالن می باشد. از کانسارهای این گروه می توان به کانسارهای قلع و تنگستن، ذخایر اورانیوم و ذخایر گرمابی Pb, Zn, Hg, Sb, Ag و ذخایر کروم همراه با افیولیتها اشاره کرد.

ج) کانسارهای همراه با حاشیه های سازنده: ماگماتیسم در این مرحله از نوع فوق آلکالن، آلکالن و کربناتیت است مراحل تکامل و به شرح زیر است:

مرحله تشکیل ریفت دورن قاره‌ای: ذخایر قلع و تنگستن، کانی سازی‌های عناصر نادرخاکی، کانسارهای کربناتیت و کیمبرلیت، سنگهای مافیکی و الترامافیکی Ni

زون گسترش کف اقیانوس: دارای ماگماتیسم تولئیتی است و کانسارهای کروم موجود در افیولیت ها، ماسیو سولفید نوع قبرسی، رسوبات Fe, Mn، در این قسمت ها تشکیل می شود.

د) کانسارهایی که در نقاط داغ داخل قاره ها یافت می شوند: آنورتوزیت ها، کمپلکس های بوشفیلد و استیل واتر، توده مافیکی سادبری

ه) فلات قاره ها: در حاشیه حوضه های رسوبی کانسارهای تیپ دره می‌سی‌سی‌پی، کانسارهای اورانیوم نوع دگرشیبی، ذخایر برجای مانده و یا حمل شده و پلاسر ها تشکیل می شوند.

* بیشتر کانسارهای سولفیدی در مناطق سابداکشن صفحات متمرکز شده اند.

کانه زایی و زمان:

سنگهای کماتیتی که با کانه زایی نیکل همراه می باشند اکثراً مربوط به آرکئن هستند. کانسارهایی که به طور عمده در پرکامبرین تشکیل شده اند عبارتند از: کانسارهای نیکل ماگمایی، آهن رسوبی لایه ای، طلای نوع پلاسر، کرومیت، پلاتین، اورانیوم نوع پلاسر و دگرشیبی.

حدود ۷۵٪ طلای دنیا از کانسارهای پرکامبرین بدست می‌آید که ۵۰ درصد ان پلاسر است. همچنین طلا به عنوان محصول جانبی از کانسارهای مس پورفیری که بیشتر متعلق به دوران سوم است بدست می آید.

کانسارهای آهن ایران از نوع ماگمایی بوده و متعلق به اواخر دوران پروتروزوئیک می باشند. همچنین کانسارهای آهن لایه ای نیز مربوط به این دوره می باشند.

اکثر کانسارهای پورفیری و اسکارن در دوران فانروزوئیک به ویژه دوران دوم و سوم تشکیل شده اند.

اکثر کانسارهای کرومیت و نیکل دنیا در دروان پروتروزوئیک تشکیل شده اند؛ اما کرومیت های نوع آلپی در محدوده زمانی دوران دوم و اوایل دوران سوم تشکیل شده اند.

پگماتیت ها از اواخر آرکئن تا اواخر دوران سوم گزارش شده اند.

زمین شناسی اقتصادی ایران

ذخایر آهن ماگمایی:

درایران مرکزی قرارگرفته که از این ذخایر معروفترین آنها:

چغارت M.T ۲۴۰ در یزد چادرملو M.T ۴۲۰ در یزد

میشدوان M.T ۲۴۰ در یزد سه چاهون M.T ۱۴۰ در یزد

گل گهر سیرجان با ۷ آنومالی که مجموعاً بیش از ۱ میلیارد تن ذخیره دارد. این ذخایر از نظر مقدار آهن بسیار غنی هستند. سنگ میزبان غالباً آذرین و یا آتشفشانی است.

ذخایر اسکارن:

سنگان در خراسان M.T ۴۱۶

نیاسر در کاشان M.T ۴۰

ذخایرآهن آهن رسوبی

این نوع ذخایر در ایران ضعیف است ولی در نیزار خراسان بصورت هماتیت وجود دارد که در کارخانه سیمان مصرف دارد.

فلزات آلیاژی آهن:

Cr: در افیولیت های ایران وجود دارد، ۷۴ پتانسیل کرومیت در ایران وجود دارد اما تعداد معادن کرومیت محدود هستند.

- کرومیت فاریاب در مرز استان کرمان و هرمزگان است بزرگترین ذخیره است که تحت عنوان ذخایر کرومیت آسمینون نامگذاری شده است.
- معادن کرومیت اسفندقه در کرمان دارای سولفید و پیریت که از ارزش معدن می کاهد.
- معدن گفت GOFT و سرور sarrure در سبزوار در افیولیت های سبزوار.
- کرومیت خواجه شمالی در شیراز در افیولیت های نیزار
- کرومیت خوی در آذربایجان

Ni: ذخیره بزرگی از نیکل در ایران نداریم فقط در ایران مرکزی در تالمس انارک در استان اصفهان

Co: در قمصر کاشان آثاری را داریم

Mn: مناطق مختلفی از جمله ونارچ در جنوب قم، منگنز رباط کریم در جنوب تهران و معدن آب بند در شیراز

Ti: در کهنوج بندرعباس در رسوبات آبرفتی و در رودخانه لنگرود در شمال ایران

Mo: بصورت همراه می باشد در سرچشمه همراه با مس و همچنین در سونگون وجود دارد

W: در ایران یک ذخیره در منطقه انارک به نام نظام آباد داریم با عیار خوب، ولی ذخیره کم است. مکان دیگر در کلاردشت در جاده چالوس که در داخل سنگهای گرانیت وجود دارد

معادن مس به صورت همراه وپورفیری:

- سرچشمه کرمان (+ طلا)

- میدوک در ۱۵ کیلومتری کرمان (سرچشمه)

معادن مس به صورت همراه و اسکارن پور فیری

- کانسار سونگون در آذربایجان شرقی: هم در سنگ آذرین ماده معدنی بصورت پراکنده است و هم در اسکارن آن ذخیره مس وجود دارد.

معادن مس به صورت همراه و آتشفشان زا یا ولکانوژنیک.

سنگ میزبان آتشفشانی است که به دوصورت دیده می شود.

اکسیدی = مالاکیت، آزوریت، کوپریت ← عباس آباد سبزوار

سولفیدی = کالکوپیریت و بورنیت ← چهار گنبد در یزد، قلعه زری در جنوب بیرجند، جارو در کوههای اشتهارد

معادن مس، سرب، روی:

معدن کوشک یزد ← عدسی های کانی سازی که در آن کالکو پیریت، گالن و اسفالریت وجود دارد سنگ میزبان شیلهای سیاه رنگ است.

معادن سرب و روی:

- کانسار انگوران: بزرگترین معدن سرب و روی خاور میانه، ۱۴ میلیون تن ذخیره قطعی و ۲۱ میلیـون تـن ذخیره احتمالی با عیار بسیار خوب و در دو بخش اکسیدی و سولفیدی جدا از هـم وجـود دارد. مقـدار روی بیشتر است.

- معدن مهدی آباد یزد: مقدار روی بیشتر است.

- ایران کوه در جنوب اصفهانی: مقدار سرب و روی تقریباً مساوی است

- کوه سرمه در فارس: مقدار سرب بیشتراست

معادن سرب:

- سرب نخلک در نائین: روی دیده نمی شود و سرب به صورت گالن می باشد.

- آهنگران در ملایر: یک معدن سرب نقره دار است

ذخایر غیر فلزی:

باریت: رگه ای و کمتر رسوبی، باریت دره کاشان، باریت سمنان، سـیاهکوه در جنـوب ورامـین عمـده تـرین کاربرد آن در گل حفاری است.

کائولن: در کوشک نصرت در جاده قم، زنوز در آذربایجان. کاربرد عمده کائولن در صنایع چینی، سـرامیک و مواد بهداشتی است.

منیزیت: در افیولیت های شرق ایران در جنوب بیرجند، چاهخو

فلوئوریت:

درکمر مهدی، پاچی میانا در جاده فیروزکوه و شش رودبار وجود دارد. کاربرد مهم آن به عنوان کمـک ذوب در صنایع ذوب آهن است

گچ: در تشکیلات قم (واحد D) در زنجان، سمنان و کاشان

نمک: در ایران به وفور یافت می شود. معدن نمک زنجان، سمنان، گچسار، گنبد های نمکی قم، فارس

فلدسپات: معدن فریمان در جاده مشهد- فریمان، معدن مغانلو در زنجان (بزرگترین ذخیره فلدسپات)

فیروزه: درشهر بابک، نیشابور وجود دارد.

موفق باشید